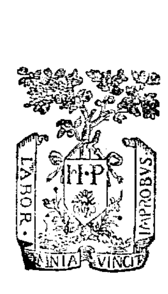
LOUIS VIALLETON
PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE MONTPELLIER

L'ORIGINE DES ÊTRES VIVANTS

L'ILLUSION TRANSFORMISTE



PARIS
LIBRAIRIE PLON
LES PETITS-FILS DE PLON ET NOURRIT
IMPRIMEURS-ÉDITEURS — 8, RUE GARANCIÈRE, 6e

—

AVERTISSEMENT

Le titre de cet ouvrage a besoin d'une explication. Pourquoi disons-nous « l'origine des êtres vivants » et non pas « l'origine des espèces », comme on l'a répété si souvent depuis le livre célèbre de Darwin? C'est parce que le monde vivant n'a jamais été composé seulement d'espèces, c'est-à-dire de formes peu différentes les unes des autres, facilement reliables entre elles, au moins originairement. Il est fait, au contraire, d'êtres si différents les uns des autres par leur organisation et par leur structure, que l'on a toujours été contraint de les ranger en catégories distinctes, répondant à autant de types séparés.

Que les espèces d'un même type, simples répliques de ce dernier à peine modifiées dans leurs parties superficielles et accessoires, soient nées les unes des autres par une différenciation résultant de l'action de causes naturelles, c'est parfaitement possible. Mais il ne peut en être de même pour les types dont l'anatomie, trop différente, ne se prête pas à de pareils changements. Après l'enthousiasme du début, où l'on considérait comme marques de parenté les moindres ressemblances portant sur quelques parties isolées des organismes, on s'est de mieux en mieux rendu compte des impossibilités que présentent d'aussi amples transformations, et l'on s'accorde généralement à reconnaître que le pouvoir des facteurs transformistes s'arrête à la formation de types inférieurs (espèces, genres, à la rigueur certaines familles), qu'il est tout à fait inca-

pable de produire les types supérieurs (ordres, classes, embranchements). L'explication de la genèse des espèces ne vaut pas pour celle des types; ce qui peut le moins ne peut pas le plus. Il y a en réalité deux questions très distinctes : le problème de la spécification ou de l'adaptation d'un type existant à des conditions diverses de temps, de lieu ou de circonstances; le problème de l'organisation qui porte sur le fond même de la constitution anatomique, autrement stable, autrement rigide que les faits appartenant au domaine de la spécification. C'est ce que nous avons voulu marquer par le titre même de ce livre.

L'illusion transformiste consiste, d'après nous, à penser que nous possédons une explication naturelle ou mécaniste de la formation du monde vivant et que l'on peut écrire « l'histoire de la création naturelle » comme disait Haeckel. Cette illusion a résisté à bien des attaques. Elle fleurit encore aujourd'hui sur les ruines amoncelées du lamarckisme et du darwinisme. Nous verrons plus loin grâce à quelle équivoque.

A côté de l'erreur initiale, c'est-à-dire la confusion de catégories aussi différentes que le type avec ses degrés divers de généralisation et l'espèce, il en est d'autres qu'il faut rappeler.

C'est d'abord la croyance aux formes intermédiaires. Si l'on examine dans un nombre suffisant d'espèces un appareil donné, on peut aisément lui reconnaître une série de complications qui apparaissent comme autant de stades de son développement. Mais elles ne représentent en réalité que le développement idéal de cet appareil et non celui des espèces intéressées qui peut être tout différent et n'avoir pas même de concordance chronologique avec lui, comme l'a montré Ch. Depéret. Cette prétendue preuve du transformisme n'en est donc pas une. D'autre part on a regardé certaines formes comme conduisant à d'autres, parce qu'elles possédaient en commun avec elles quelques traits isolés.

Mais si on les envisage dans leur ensemble, comme on doit le faire pour un organisme qui est forcément un tout, on s'aperçoit bien vite que leur organisation est parfaitement corrélatée à leur nature, qu'elle ne comporte point d'arrangements imparfaits, incomplets et transitoires, parce que la loi du « tout ou rien » s'y oppose. Une fonction peut être simple ou compliquée, rudimentaire ou d'une délicatesse extrême, mais elle doit toujours réunir au moins le minimum de structure nécessaire à son exercice, et ce minimum n'admet ni tâtonnements ni indétermination comme on le croit trop souvent.

D'autre part l'idée que le développement paléontologique va du simple au compliqué, conformément au temps écoulé, doit être tempérée par le sentiment de sa relativité. Le degré d'un développement n'est pas sous la seule dépendance du temps ; des formes très puissantes se rencontrent dès l'apparition des types; les classes les plus hautes apparaissent déjà avec tous leurs traits essentiels et leur physiologie propre, bien avant que les classes inférieures qui les précèdent aient subi, au cours du temps, les développements que l'on a d'abord regardés comme nécessaires à la formation des organismes supérieurs.

Enfin la fameuse loi de la répétition des formes ancestrales dans le développement individuel n'est qu'une expression métaphorique, qui présente comme des organes d'êtres inférieurs de simples ébauches, sans autre fonction que celle de bourgeons ou de centres germinatifs. En réalité le développement individuel, comme toute construction, va toujours du simple au complexe, du général au particulier, mais c'est tout, et c'était une erreur grossière que de vouloir regarder ces stades nécessaires comme répondant à des dispositions organiques ayant fonctionné sous la forme qu'ils présentent dans l'embryon.

Ces critiques et d'autres encore qui seront développées

dans ce livre suffiraient amplement à réfuter le transformisme, sans l'équivoque dont il a été question plus haut. Elle réside dans le fait de l'évolution prise globalement et sans s'inquiéter de son mécanisme et de ses causes. On accepte sans trop de peine l'idée que l'ancien transformisme est périmé, mais on ajoute que l'évolution demeure et qu'elle doit nous faire admettre la continuité du monde vivant. Mais de quelle évolution s'agit-il ? D'une évolution mécaniste et tirant tout son pouvoir de seules forces naturelles agissant sans direction, ou bien d'une évolution dirigée par une volonté créatrice ou par une force psychique qui traverserait la matière d'un souffle créateur? Il est bien clair que ces deux éventualités, mécaniste ou non mécaniste, n'ont rien de commun entre elles. C'est abuser que de fondre la seconde avec le transformisme et qu'il a été conçu, exposé et enseigné. Comme c'est cependant une conception très répandue, je me suis efforcé d'en montrer le mal-fondé, de mettre en relief les sens différents que comporte le mot évolution, de faire remarquer les interprétations métaphoriques, les comparaisons faites le plus souvent non d'après les êtres eux-mêmes, mais d'après l'idée incomplète ou schématique que nous nous en faisons, et qui ont une si grande part dans le transformisme.

L'étude de ces questions doctrinales m'a occupé longtemps. Chargé depuis quarante ans de l'enseignement de l'embryologie dans une Faculté de médecine, j'ai été frappé du degré de schématisation que comportait l'embryologie des manuels, simple illustration du transformisme faite en prenant çà et là les exemples favorables à la théorie sans se préoccuper de voir si ces exposés exprimaient exactement les choses et épuisaient le réel. De là sont sortis mes travaux consacrés à l'étude du transformisme. Dans le premier (1) j'étudiai la loi biogénétique

(1) Vialleton (L.), *Un problème de l'évolution*. Coulet, Montpellier, 1908.

et montrai, après von Baer et O. Hertwig, son caractère purement métaphorique. Dans les éléments de morphologie des vertébrés (1), j'essayai de donner un tableau exact de cet embranchement dont les formes multiples et si différentes les unes des autres sont si réfractaires à un arrangement évolutif continu. A l'aide de tableaux généalogiques tracés d'après les données des auteurs, je mis en évidence la forme buissonnante des rameaux zoologiques, si contraire à la conception simpliste de Haeckel.

Cette longue étude m'avait mis en garde contre bien des rapprochements hâtifs et insuffisamment fondés. Pour éprouver mes doutes, je repris l'étude d'un appareil particulier, celui de la locomotion chez les vertébrés (2). Depuis longtemps l'orientation des membres, très négligée par les auteurs, avait attiré mon attention. L'examen attentif de leurs os, de leurs muscles et des conditions de leur fonctionnement, me montra que les membres sont soumis à des arrangements bien définis, suivant un certain nombre de types ou de modèles répondant à des mécanismes particuliers, incapables de se transformer graduellement les uns dans les autres.

Le présent livre reprend et résume mes observations antérieures, développe les critiques faites au transformisme, en même temps qu'il rapporte les arguments en sa faveur et cherche à faire une synthèse de l'ensemble.

Pour y réussir il fallait d'abord rappeler comment s'est développé le transformisme, sur quels faits il s'est appuyé, quelles objections il a rencontrées et quelles ont été les causes de son triomphe. C'est l'objet du premier chapitre. Les quatre chapitres suivants sont consacrés à l'examen de ce que l'on a appelé les preuves anatomiques ou mor-

(1) VIALLETON (L.), *Éléments de morphologie des vertébrés*. O. et G. Doin, Paris, 1911.

(2) VIALLETON (L.), *Membres et ceintures des vertébrés tétrapodes. Critique morphologique du transformisme*. G. Doin, Paris, 1924.

phologiques du transformisme. Les preuves systématiques, c'est-à-dire tirées de la classification, sont étudiées dans le sixième chapitre, les preuves paléontologiques et géographiques dans le septième. Le huitième examine les facteurs du transformisme et discute leur valeur réelle. Les deux chapitres suivants sont consacrés à l'étude de deux questions spéciales, « la place de l'homme dans la nature », « la vie et les êtres vivants », qui permettent d'envisager certains problèmes importants et de compléter les données acquises dans les chapitres précédents. Le onzième discute les divers sens des mots évolution et transformisme, et, en montrant que l'évolution de l'ensemble, tant dans le domaine de la paléontologie que dans celui des formes individuelles, dépasse l'évolution particulière à chaque moment considéré, fait ressortir un caractère très singulier et non transformiste de l'évolution. Le dernier chapitre résume ce qui le précède et rappelle les données récentes qui attribuent à l'évolution un caractère dirigé ou voulu, absolument contraire à ce que prétendait le transformisme.

Au cours de cet ouvrage je me suis en outre efforcé d'attirer l'attention sur la valeur de la morphologie, de l'organisation et de la forme, de préciser les caractères essentiels des êtres vivants vis-à-vis du concept trop général et trop vague de vie. Peut-être ces remarques provoqueront-elles les recherches de quelques biologistes, et pourront-elles contribuer ainsi à étendre nos connaissances dans le domaine si merveilleux et si incomplètement exploré encore des êtres vivants.

Montpellier, le 8 avril 1929.

L'ORIGINE DES ÊTRES VIVANTS
L'ILLUSION TRANSFORMISTE

CHAPITRE PREMIER

ORIGINE ET DÉVELOPPEMENT DU TRANSFORMISME

Le transformisme, en tant que théorie évolutionniste, a des racines très lointaines, que ses historiens ont pu poursuivre jusque chez certains philosophes grecs. Mais il resta longtemps à l'état de doctrines individuelles, vagues, fantaisistes et sans influence aucune sur les idées générales du temps.

Il en fut autrement vers la fin du dix-huitième siècle. Buffon le premier, s'il ne donna point de conclusions fermes sur la transformation des espèces, insista beaucoup sur le pouvoir de la nature et sur le rôle du temps, affirmant ainsi sa confiance dans la toute-puissance des forces naturelles, ce qui est l'essence même du transformisme.

D'autre part les comparaisons faites par les anatomistes (Belon, Vicq d'Azyr, Oken, Kielmeyer, Gœthe) conduisaient de plus en plus à admettre l'uniformité d'organisation des animaux. Il n'y avait qu'un pas à faire pour passer de cette idée à celle de la continuité généalogique des êtres vivants. Le pas fut vite franchi dans les milieux philosophiques, comme le montre le passage suivant de la lettre de Diderot à d'Alembert : « Tous les êtres circulent

les uns dans les autres et par conséquent toutes les espèces... tout est en flux perpétuel. Tout animal est plus ou moins homme; tout minéral est plus ou moins plante; toute plante est plus ou moins animal. Ne concevez-vous pas que tout se tient en nature et qu'il est impossible qu'il y ait un vide dans la chaîne? » Le transformisme entrait donc dès ce moment dans les préoccupations des hommes cultivés, il cessait d'être une théorie individuelle, pour passer dans le patrimoine commun.

Dans le merveilleux essor des sciences qui suivit la Révolution il était impossible qu'une question aussi importante fût délaissée. Aussi fut-elle l'objet de l'attention des trois naturalistes les plus illustres du temps : Ét. Geoffroy Saint-Hilaire, Lamarck, Cuvier, cités ici dans l'ordre chronologique où ils s'en occupèrent. Leur part dans l'édification et dans la critique du transformisme est si considérable qu'elle dépasse tout ce qui s'est fait en dehors d'eux à cette époque et nous dispense de nous y arrêter.

Ét. Geoffroy (1) n'avait que vingt et un ans, et n'avait encore jamais étudié la Zoologie, lorsqu'il fut nommé à la chaire des Animaux vertébrés, au Muséum d'Histoire naturelle créé par la Convention au Jardin des Plantes (10 juin 1793). Il se mit à l'œuvre, évidemment tout pénétré des idées nouvelles, car dès son premier travail, publié deux ans à peine après son installation (2), il affirmait que dans une même classe d'animaux *les formes diverses dérivent toutes les unes des autres et qu'elles résultent d'organes communs à tous*. Toute sa vie se poursuivit à

(1) Etienne Geoffroy, né à Étampes, 1772, mort à Paris, 1844; Saint-Hilaire est un surnom qui lui fut donné dans sa famille. Chacun de ses frères en reçut un Ceci explique que l'on ait pris parfois Et. Geoffroy et Geoffroy Saint-Hilaire pour deux personnages différents.

(2) Mémoire sur les rapports naturels des Makis, *Magas. encyclop.*, *t.* I, 1796.

développer cette conception, et à l'étendre au règne animal tout entier. Après son retour d'Égypte, où il avait suivi l'expédition française, il chercha à retrouver chez les différents vertébrés les mêmes pièces osseuses cachées sous les aspects les plus divers et fonda la théorie des analogues (on dirait aujourd'hui des homologues) en s'appuyant à la fois sur le *principe des connexions*, dont nous parlerons plus loin, et sur cette conception embryo-ogique, *que les germes de tous les organes existent à la fois dans toutes les espèces* (chez les animaux à respiration pulmonaire) *et que la cause de la diversité des formes tient au développement plus considérable de quelques-uns d'entre eux* (1). Cette idée, complément de celle développée dans son Mémoire de 1796, ne reposait pas sur des observations suivies des premières phases du développement, qui étaient impossibles avec les moyens dont il disposait, mais sur quelques faits particuliers, comme la présence de branchies chez les larves des batraciens. Elle fut néanmoins une des pièces principales de son système anatomique. Par elle il expliquait les organes rudimentaires comme des restes de cette organisation primitive commune, demeurés en cet état à cause du développement exubérant d'autres parties de l'embryon; « un organe n'acquiert jamais une prospérité extraordinaire, disait-il, sans qu'un autre de son système ou de ses relations n'en souffre dans une même raison », c'est ce qu'il appelait la théorie du *balancement des organes*.

Sur ces principes sont fondés ses deux volumes de *Philosophie anatomique* (1818-1822) dont le premier renferme divers mémoires d'ordre anatomique sur la théorie des analogues, tandis que le second est réservé à des recherches tératologiques.

Avant d'aller plus loin et de faire la critique des idées

(1) Mémoire lu à l'Institut d'Égypte à la fin de l'année 1800, et sur lequel a été fait un rapport inséré dans les *Mémoires sur l'Egypte*, t. III, p. 385.

de Geoffroy Saint-Hilaire, il faut rappeler qu'il attacha beaucoup d'importance aux données embryologiques. Il eut la bonne fortune de découvrir (1806) des dents rudimentaires dans la mâchoire d'un fœtus de baleine, et il eut l'idée que les points d'ossification multiples des os du crâne des mammifères répondaient aux nombreux os de la tête des poissons osseux, le fœtus des mammifères devant se trouver dans un état correspondant à celui du poisson achevé. Cette conception concorde avec celle, couramment adoptée de nos jours, que « le développement de l'individu (ontogenèse) répète celui de l'espèce (phylogenèse), » mais Ét. Geoffroy ne la développa pas et laissa pour ainsi dire ce soin à son élève Serres. Celui-ci y consacra de nombreux travaux et la résuma en 1842 dans ces termes : « L'organogénie humaine est une anatomie comparée transitoire, comme à son tour l'anatomie comparée est l'état fixe et permanent de l'organogénie de l'homme » (loi de Serres) (1). Cette idée reprise, développée avec un grand luxe d'exemples et élevée à la hauteur de « loi biogénétique fondamentale » par Haeckel, est, comme tant d'autres conceptions d'Ét. Geoffroy, une pure illusion, comme on le verra plus loin.

Pour se guider dans la comparaison des organes, Geoffroy imagina ce qu'il appelait le *Principe des connexions* : « Quand on passe d'une espèce à une autre, disait-il, un même organe peut changer de fonction et par suite de forme et de structure, mais il ne change pas de connexions. Par conséquent un organe ne peut être transposé, et nous pourrons toujours le reconnaître par ses connexions. »

Ce principe, simple application à l'anatomie du principe d'identité, est exact. Mais si sa formule était neuve, il était employé depuis toujours par tous ceux qui avaient essayé de faire de l'anatomie comparée. C'est pourquoi Cuvier a si souvent protesté contre la prétention de Geoffroy,

(1) SERRES (E.-R.-A.), *Précis d'anatomie transcendante*. Paris, 1842.

d'avoir introduit en anatomie une méthode nouvelle. De plus, s'il est juste, le principe des connexions est d'une application très délicate, parce que les parties correspondantes ne présentent point chez les différents animaux le même état de développement; elles sont plus ou moins compliquées et transformées, et si l'on n'a pas suivi leur genèse il est fort difficile de les bien comprendre. C'est ce qui arriva à Geoffroy. Il avait prétendu identifier les os de l'opercule des poissons osseux avec les osselets de l'ouïe des vertébrés supérieurs ; on vit plus tard que l'opercule est formé par de simples appendices des arcs (les rayons branchiaux), tandis que les osselets de l'ouïe répondent à des portions de ces arcs eux-mêmes. Il croyait retrouver dans les cornes hyoïdiennes des poissons les parties latérales du sternum, tirées hors de la poitrine. Les recherches embryologiques de Rathke montrèrent la nature branchiale de ce prétendu sternum, donnant tout à fait raison à Cuvier qui l'avait toujours considéré comme une partie d'arc branchial. Bien d'autres tentatives du même ordre n'ont pas été plus heureuses. Elles reposaient sur cette idée à priori que les animaux étaient toujours formés des mêmes pièces, tantôt rudimentaires, tantôt extrêmement développées, mais qu'il n'existait jamais chez un animal quelque chose d'absolument nouveau et ne se retrouvant pas ailleurs.

Le modèle le plus achevé de ces spéculations anatomiques est le célèbre ouvrage d'Owen (1) dans lequel l'auteur — se limitant d'ailleurs sagement au groupe des vertébrés — prétendit trouver chez ces derniers un seul et même élément essentiel de structure, la *vertèbre*, à laquelle il donnait une complication extrême, lui permettant d'en faire dériver les os les plus éloignés de la colonne vertébrale, comme ceux des mains et des pieds. Les

(1) Owen (Rich.), *Principes d'ostéologie comparée ou recherches sur l'archétype.* Paris, 1855.

recherches ultérieures ont montré que le squelette n'est point formé d'éléments d'un seul ordre, mais qu'il vient d'ébauches diverses primitivement indépendantes : le squelette axial, le squelette branchial, celui des membres et des ceintures, enfin le squelette cutané ou dermique. La vertèbre type est donc une entité factice et sans valeur.

Ét. Geoffroy ne fut pas plus heureux lorsqu'il essaya de rapprocher et de relier entre eux les différents embranchements créés par Cuvier. Sans doute eut-il une vague intuition du segment total (le métamère des auteurs actuels), comme élément fondamental de la structure de certains animaux, lorsqu'il compara les anneaux des crustacés aux vertèbres. Mais là encore ses comparaisons étaient insoutenables par leur exagération et par leur précision même. N'allait-il pas, en effet, jusqu'à trouver un hyoïde dans l'écrevisse! D'ailleurs le métamère considéré comme seul élément de la structure rencontre les mêmes objections que la vertèbre d'Owen, et ne peut tout fournir. Même chez les animaux où la segmentation domine, il reste toujours à chaque extrémité une partie plus ou moins étendue dont la composition diffère de celle des segments. De plus, chez ces mêmes animaux, le système nerveux présente toujours quelques dispositions, soit dans ses centres, soit dans ses nerfs (1), qui lui permettent de jouer le rôle d'appareil unifiant et centralisateur, dominant les métamères consécutifs et les soumettant à une direction commune qui appartient à l'être lui-même, ainsi intégré et unifié, et qui par conséquent ne répond pas, comme l'ont cru

(1) Tels sont, chez tous les vertébrés, le pneumogastrique, qui conduit directement au bulbe les voies de la sensibilité viscérale, lesquelles ne passent point par la moelle, elle-même métamérique, et chez les poissons, le nerf de la ligne latérale et son accessoire qui se comportent de même pour une autre sensibilité. Voyez VIALLETON, *Sur les arcs viscéraux*. Arch. d'anat. micr., 1908, t. X, p. 115.

quelques-uns, à une colonie d'individus rangés en une chaîne continue. Ainsi, de toutes les manières, les idées chères à Geoffroy de l'unité de composition de l'organisation individuelle et de l'unité de composition du règne animal, poussées jusqu'à l'extrême, sont abandonnées.

Le plus retentissant de ses échecs fut celui dans lequel il prit pour ainsi dire à son compte l'hypothèse de ses élèves Meyranx et Laurencet, imaginant que, pour relier aux vertébrés les céphalopodes, il suffisait de plier un vertébré par le milieu du corps en ramenant en avant sa moitié caudale. De cette façon en effet l'anus du vertébré était rapproché de sa bouche et son tube digestif était plié en U, comme celui des mollusques. Cette théorie, présentée par lui à l'Académie des sciences, fut le point de départ de sa fameuse discussion avec Cuvier. A en croire certains auteurs, le véritable vainqueur de cette discussion aurait été Geoffroy puisqu'il soutenait la thèse qui devait triompher plus tard, celle du transformisme. Mais c'est une singulière prétention que de juger une polémique particulière par le succès ultérieur d'une théorie générale invoquée pendant la discussion. En réalité Cuvier l'emporta complètement sur son adversaire comme l'ont reconnu les contemporains compétents, non mêlés à la querelle, von Baer et Owen (1). Le seul argument de Geoffroy était de nature théorique. Conformément à l'idée rappelée plus haut, que les germes de tous les organes se trouvent dans tous les embryons, il soutenait que le reploiement du céphalopode s'étant fait chez l'embryon avant l'apparition des traits qui caractérisent les vertébrés, ces traits n'avaient aucune raison d'apparaître et que par conséquent les différences signalées par Cuvier entre les deux groupes s'expliquaient facilement. Mais ni lui ni personne ne pouvait affirmer, à ce moment, qu'il existât une ressemblance entre les embryons des

(1) Voyez L. VIALLETON, *Membres et ceintures*, p. 483, note.

deux embranchements, et les recherches ultérieures ayant montré que cette ressemblance, en tant qu'elle existe, est limitée exclusivement aux premiers stades, par exemple au stade gastrula, c'est-à-dire à un moment où il ne peut encore être question d'un corps ni d'un tube intestinal susceptibles d'être pliés en U, comme le voulait la théorie de Geoffroy, toute l'argumentation de ce dernier s'écroule.

Il faut aussi noter l'impuissance de Geoffroy à se faire une idée claire des types et des classifications. Ayant remarqué, chez les monstres, des types parfaitement déterminés et se retrouvant toujours les mêmes, sauf quelques modifications accessoires, il compara ces types à des genres et leurs formes subordonnées à des espèces. Il créa ainsi trente genres environ; cinquante autres ont été décrits après lui, surtout par son fils, et tous ces pseudo-types furent distribués par ce dernier en vingt-trois familles et en cinq ordres. Isidore Geoffroy se basait même sur les idées de son père pour ranger ces ordres en classes, ce qui est une aberration incroyable, car les catégories employées dans les classifications naturelles servent à indiquer la nature même des êtres qu'elles renferment (poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux, mammifères par exemple), tandis que les types tératologiques ne correspondent qu'à des anomalies plus ou moins considérables de certains individus qui ne changent rien, au fond, à leur nature. Il est donc absurde d'employer les mêmes mots pour désigner des choses aussi différentes. Sans doute il est bon de grouper les monstruosités en types bien nets, mais ceux-ci n'ont rien de commun avec les types de même nom qui forment les cadres de la classification naturelle. Un chien, un veau, un homme dépourvus de membres ne sont pas simplement des êtres du genre ectromèle (1), comme

(1) Ectromèle, animal à membres plus ou moins atrophiés ou manquants.

s'appelle cette monstruosité dans la nomenclature de Geoffroy, ce sont un carnivore, un ruminant, un homme ectromèles.

La répétition plus ou moins exacte d'une même anomalie dans différentes espèces prouve simplement que le développement de l'organe ou de la région sur laquelle porte la monstruosité présente chez toutes ces espècés certaines analogies, mais c'est tout. Un acéphale humain n'a absolument rien de commun avec un mollusque acéphale (lamellibranche) quoi qu'en pense Isidore Geoffroy (1), pas plus qu'un phocomèle avec un phoque. L'absence de tête chez les deux premiers n'empêche pas leur organisation d'être celle d'un vertébré et celle d'un mollusque, sans que le moindre doute puisse être élevé à ce sujet, de même que le fait pour un homme d'avoir les membres raccourcis et emmaillotés sous la peau du tronc, sauf à leur extrémité, ne correspond qu'extérieurement à ce que l'on voit chez le phoque dont lesquelette des membres est tout autre que celui des phocomèles humains. Nous retrouverons plus tard cette méconnaissance de la véritable nature des types et ces confusions, chez beaucoup de transformistes, à propos de prétendues répétitions ancestrales dans le développement individuel, qui ne sont que des rapprochements superficiels et sans valeur.

Pour expliquer les transformations Ét. Geoffroy attribuait une grande importance aux milieux, à la composition de l'air atmosphérique, au fait que celui-ci devait être respiré directement ou dissous dans l'eau. Mais il imaginait que l'action de ces facteurs s'était exercée surtout à l'origine. Pour les transformations effectuées dans le monde actuel il gardait des hésitations qui l'honorent. Il admettait les variations des espèces,

(1) Geoffroy Saint-Hilaire (Isidore), *Histoire générale et particulière des anomalies*. Paris, 1832, vol. I, p. 113-115.

mais il pensait « qu'elles ont, dans l'ordre actuel des choses, des limites relativement fort resserrées ». Il regardait « comme possible, mais non démontré » que les espèces actuelles d'éléphants, d'hippopotames, de crocodiles, soient issues d'espèces analogues qui peuplaient l'ancien monde. D'autre part il n'accordait qu'une valeur tout à fait secondaire aux habitudes, si importantes aux yeux de Lamarck, et il se rapprochait sous ce rapport de Cuvier lorsqu'il se demandait « pourquoi un animal abandonnerait-il ses habitudes qui découlent de son organisation? Ce serait substituer le malaise au bien-être. A moins d'y être contraint, il persistera dans ses habitudes et son type sera stable (1) ».

Il admettait cependant, à l'origine des classes, la possibilité de transformations bien singulières, lorsque, pour retrouver chez les poissons les pièces du sternum des oiseaux — qui lui paraissait être le modèle parfait de cet organe, — il imaginait que chez les animaux aquatiques l'air dissous dans l'eau ayant perdu son élasticité et ne pouvant plus distendre le poumon, ce dernier avait été tiré hors de la poitrine, entraînant avec lui les pièces latérales du sternum et était venu s'étaler sous le cou pour former les branchies! Une telle transformation est admissible, comme le remarquait Cuvier, sur un squelette artificiel dont les os, simplement reliés par du fil d'archal, sont déplaçables à volonté; elle ne se comprend plus sur l'animal vivant qui y aurait infailliblement succombé.

Un pareil exemple fait bien comprendre pourquoi Ét. Geoffroy ne put convaincre ses contemporains. On pouvait être intéressé ou même conquis par certaines de ses comparaisons anatomiques dont le caractère ésotérique et mystique exerçait un certain attrait sur beaucoup d'esprits, mais on ne le suivait pas jusqu'au bout, et ceux

(1) Toutes les citations entre guillemets de cet alinéa sont tirées du livre d'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire : *Vie, travaux et doctrine d'Ét. Geoffroy Saint-Hilaire*, p. 349-365.

qui inclinaient en sa faveur ne considéraient point du tout ses théories comme démontrées.

Lamarck avait cinquante ans lorsqu'il fut chargé de la chaire des Animaux invertébrés au Muséum. Botaniste célèbre, auteur d'une *Flore française* qui eut, jusqu'en 1815, plusieurs éditions, il s'était surtout occupé de systématique et était plus familier avec les caractères extérieurs qu'avec l'anatomie proprement dite. Chargé de mettre de l'ordre dans les collections chaotiques des invertébrés, il fut surtout frappé du grand nombre de variations qui relient entre elles les espèces et empêchent souvent de les séparer les unes des autres. Il insista sur le grand nombre d' « espèces douteuses » que l'on ne peut distinguer nettement des races ou des variétés, et conclut que l'espèce, en général, ne possède pas la constance absolue qu'on lui attribue d'habitude. Il remarqua en outre que l'ensemble des espèces et des types présente une véritable gradation, et il essaya d'expliquer tous ces faits par des lois générales. Pour lui l'univers est l'ensemble inactif et sans puissance de toutes les matières et de tous les corps qui existent. La nature est une puissance active, constamment agissante sur les parties de l'univers et soumise à des lois. La vie n'est qu'un effet des actions exercées par les forces de la nature, lesquelles ont fait apparaître les êtres vivants par génération spontanée. L'attraction a formé autrefois et forme encore dans les eaux de petits amas de matière mucilagineuse. Sous l'influence de la lumière, des fluides subtils (calorique, électricité) pénètrent ces corps, en écartent les molécules, y creusent des cavités, transformant ainsi leur substance en un tissu cellulaire très délicat. Dès lors ces corps sont capables d'absorber et d'exhaler les gaz et les liquides ambiants, ils vivent. Ces êtres inférieurs sont soumis naturellement aux influences des actions extérieures : climat, nourriture, etc., qui les

modifient, mais ils tirent leurs modifications principalement de leur fonctionnement même, c'est-à-dire de l'usage ou du non-usage qu'ils font de leurs parties, par conséquent de leurs habitudes, de leurs besoins qui entraînent des développements nouveaux. Un mollusque en se traînant éprouve le besoin de palper les corps qui sont au-devant de lui. Il fait des efforts pour les toucher avec quelques-uns des points antérieurs de sa tête et y envoie à tous moments des masses de fluide nerveux... des sucs nourriciers... finalement deux ou quatre tentacules naîtront et se formeront insensiblement sur les points dont il s'agit.

L'essentiel des conceptions de Lamarck tient dans deux lois principales que l'on peut résumer ainsi :

1° Dans tout animal qui n'a point dépassé le terme de ses développements, l'emploi plus fréquent et plus soutenu d'un organe le fortifie, le développe et l'agrandit, tandis que le défaut d'usage de cet organe l'affaiblit et finalement le fait disparaître.

2° Tout ce que la nature a fait acquérir ou perdre aux animaux par l'influence des circonstances où leur race se trouve exposée, et par conséquent par l'usage ou le non-usage de tel ou tel organe, elle le conserve par la génération aux nouveaux individus qui en proviennent.

Essayant d'expliquer par ces principes la formation du règne animal, Lamarck admettait que tous les animaux dérivent de deux sources : 1° les infusoires, qui nés directement par génération spontanée, ont produit les polypes et les radiaires; 2° les vers, qui se sont formés dans des corps déjà organisés et ont donné le reste. Ils se sont d'abord divisés en deux branches : l'une, terminale, comprend les insectes, les arachnides, les crustacés; l'autre, plus féconde, renferme les annélides, les cirrhipèdes, les mollusques. Ces derniers engendrent les poissons d'où sortent les reptiles. Ceux-ci à leur tour se divisent en deux branches : l'une donne les oiseaux et les

monotrèmes; l'autre, formée de mammifères amphibies, analogues à des crocodiles, produit, conformément aux effets ordinaires de l'effort, le reste des mammifères : en effet les uns, comme les phoques, contractèrent l'habitude de se nourrir de proies vivantes et entraînés par l'ardeur de la chasse se transformèrent en mammifères onguiculés (carnassiers, rongeurs). D'autres (lamantins) s'habituèrent à brouter, et gagnant peu à peu l'intérieur des continents devinrent la souche des ongulés (pachydermes, ruminants). D'autres enfin, qui prirent l'habitude de rester dans l'eau et de venir seulement respirer à la surface, perdirent peu à peu (par défaut d'usage) leurs membres postérieurs et leur bassin, tandis que leurs membres antérieurs se transformaient en nageoires (cétacés).

On sait que les transformistes modernes ont renversé de pied en cap cette généalogie des mammifères et qu'ils font provenir les cétacés d'ancêtres terrestres, mais cela importe peu et il est probable que cette solution du problème ne vaut pas mieux que l'ancienne.

Les idées de Lamarck furent exposées d'abord dans quelques leçons faites au Muséum à partir de 1800, puis dans trois ouvrages : *Philosophie zoologique* (1809); *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres, Introduction* (1815); *Système des connaissances positives* (1820). Elles n'eurent aucun succès à cette époque et cela se comprend sans peine. A un moment où Darwin n'avait pas encore apporté, avec la sélection naturelle, une force paraissant capable de conserver, de canaliser et de développer les effets des milieux ou de l'usage, il était difficile d'admettre la possibilité de la formation d'un organe par les seuls efforts de l'animal désireux d'accomplir une fonction. D'autre part Lamarck s'appuyait sur des notions anatomiques par trop fantaisistes. Parlant du poumon des oiseaux, il disait que « l'habitude de le gonfler pour se rendre plus légers a fait contracter à cet organe une

adhérence aux parties latérales de la poitrine et a mis l'air qui y était retenu... dans le cas de percer le poumon et les enveloppes environnantes et de pénétrer jusque dans les os et dans le tuyau des grandes plumes, où ce fluide, arrivant avec effort jusqu'à la peau, donne à la matière cornée des poils la faculté de se ramifier en plumes ». (*Phil. zool.*, p. 149). Poursuivant cette idée il ajoutait un peu plus loin, p. 186 : « Si les insectes eussent eu un poumon, s'ils eussent pu se gonfler d'air, et si l'air qui pénètre dans toutes les parties du corps eût pu s'y raréfier comme celui qui s'introduit dans le corps des oiseaux, leurs poils se fussent sans doute changés en plumes. » A la vérité on ignorait à ce moment l'anatomie fine et l'histologie, mais si Lamarck avait seulement employé les procédés macroscopiques d'observation de Bichat, il aurait constaté assez de différences entre le tégument d'un vertébré et celui d'un arthropode, pour comprendre qu'ils étaient tout à fait incapables de produire des appendices de même nature.

Beaucoup des intermédiaires admis par Lamarck reposaient également sur une incompréhension totale de l'anatomie et sur la considération fautive d'un seul organe pour établir le rapprochement supposé. Ainsi, lorsqu'il trouvait une transition entre oiseaux et reptiles dans la patte du caméléon, en forme de pince comme celle des oiseaux grimpeurs, il oubliait que, sous une apparence semblable, ces deux extrémités cachent une profonde différence anatomique, et que d'autre part toute l'organisation d'un oiseau s'écarte assez de celle d'un reptile pour que la forme d'une patte ne puisse suffire à établir un pont entre elles. De même son rapprochement des monotrèmes et des oiseaux reposait seulement sur quelques rapports des organes génito-urinaires, notamment sur l'existence d'un cloaque dont on verra plus loin (p. 90) ce qu'il faut penser. Et il est probable que Lamarck eût été bien embarrassé si on lui

eût demandé quelles habitudes nouvelles avaient bien pu conduire un oiseau, fût-ce un manchot, comme il le pensait, à se transformer en un monotrème.

En somme, la doctrine de Lamarck était plus riche d'hypothèses que d'observations rigoureuses. Mais son principe essentiel, le rôle de l'effort, à cause de la place qu'il laisse à l'action de la vie ou aux forces psychiques, lui a permis de vaincre bien des obstacles et de résister à la ruine qui a emporté le darwinisme.

C'est pour cela que le lamarckisme garde encore une place importante dans le transformisme, bien qu'il soit incapable de jouer le rôle qu'on lui a prêté et qu'il doive se contenter d'effets bien plus modestes, tandis que la sélection naturelle ne paraît plus avoir qu'un rôle éliminateur, sans aucune importance créatrice.

Né en 1769 à Montbéliard, rattaché à ce moment au Wurtemberg, Cuvier suivit l'enseignement du gymnase de cette ville jusqu'à l'âge de quatorze ans. Il obtint alors une bourse à l'Académie Caroline de Stuttgart où il étudia la zoologie sous la direction de Kielmeyer. Rentré en France en 1788 il fut chargé d'un préceptorat en Normandie, sur les côtes de la Manche (1788-94). Là il disséqua, décrivit et dessina la plupart des poissons de la côte et un grand nombre d'animaux marins qui avaient à peine été étudiés avant lui. Venu à Paris en 1794, d'abord professeur à l'École centrale du Panthéon, puis suppléant de Mertrud à la chaire d'anatomie des animaux au Muséum (juillet 1795), il se distingua d'emblée par la nouveauté et par la clarté de son enseignement qui lui attirèrent une foule d'auditeurs. Bientôt ses leçons étaient célèbres, copiées et les copies répandues, ce qui le força à hâter leur publication, et les deux premiers volumes des *Leçons d'anatomie comparée* parurent en 1800.

Dans cet ouvrage, après des préliminaires qui renferment déjà l'essentiel des idées qu'il développera par la

suite, Cuvier entre dans le cœur même de son sujet. Ayant saisi l'importance de l'appareil locomoteur dans le règne animal, il commence par lui, mais au lieu d'étudier complètement le squelette pour passer ensuite aux muscles, il ne sépare point des parties aussi étroitement liées. Il étudie la colonne vertébrale et ses muscles, le squelette de la cavité du tronc avec les siens, les os et les muscles des membres. Il décrit d'abord ces parties chez l'homme où elles sont le mieux connues (il a préalablement étudié l'anatomie humaine avec l'aide de Duméril), puis il passe à celles des mammifères et des autres classes. Cette méthode comparative lui permettait de voir la complication graduelle des appareils et de bien préciser la valeur et l'importance de chacune de leurs parties. Grâce à elle, chaque os prend une signification précise, ses différentes parties s'expliquent par leur rôle, et il est compris d'une façon si parfaite que, même isolé ou fragmenté comme on le trouve souvent dans les couches fossilifères, il est toujours reconnaissable.

Mais Cuvier ne s'en tenait pas à ces détails; toujours préoccupé de l'ensemble, il cherchait à déterminer les rapports des différentes parties et les influences qu'elles exercent les unes sur les autres, c'est-à-dire les *corrélations* qui unissent organes et appareils et en font un tout coordonné, à la manière de nos machines. Cette double méthode d'analyse et de synthèse lui permit de reconstituer tout un monde inconnu avant lui et de créer la paléontologie. Il s'est sans doute trompé quelquefois, mais ses erreurs comptent à peine à côté de ses succès et de l'importance des découvertes que ses indications ont permises. Nous parlerons assez des corrélations dans un autre chapitre pour pouvoir être bref ici à leur sujet. Il nous suffira de dire que Cuvier avait, dès 1800, donné aux corrélations leur vraie place et qu'il s'était servi pour les exposer des exemples mêmes qu'il répétera plus tard dans différents ouvrages.

Dès 1798 il avait commencé à ébaucher la classification du règne animal qu'il répartit plus tard en quatre embranchements : rayonnés, articulés, mollusques, vertébrés. On lui a beaucoup reproché cette division qui laissait de côté, ou confondait injustement avec d'autres, des formes qui méritaient d'être nettement distinguées. Mais c'étaient des animaux de petite taille, invisibles à l'œil nu ou inaccessibles à la dissection telle qu'elle pouvait être pratiquée alors. De plus, lorsque l'étude de ces êtres put être convenablement effectuée, ils rentrèrent sans difficulté dans de nouveaux groupes, conçus sur le modèle de ceux de Cuvier, les sept embranchements de Leuckart (protozoaires, coelentérés, échinodermes, vers, mollusques, arthropodes, vertébrés), et si certains de ces embranchements ont dû subir à leur tour une subdivision nouvelle, cela tient simplement à une étude plus approfondie, à un souci légitime de ne rien confondre, et peut-être aussi, dans certains cas, à des préoccupations transformistes qui ont fait exagérer l'importance de certaines dispositions prises comme source de nouveaux rameaux et ont conduit à séparer leurs porteurs du groupe avec lequel ils étaient d'abord décrits. Mais au fond la méthode de Cuvier est restée intacte et l'étude la plus fouillée du règne animal n'a fait que préciser les résultats essentiels qu'il avait obtenus par l'étude des formes accessibles à ses recherches.

Nous ne saurions exposer ici toutes ses vues, d'autant que nous aurons l'occasion de revenir sur les principales, mais il importe d'examiner maintenant la position qu'il prit vis-à-vis du transformisme.

Il ne considère ses divisions et subdivisions du règne animal que comme l'expression graduée de la ressemblance des êtres qui entrent dans chacune, et quoiqu'il y en ait où l'on observe une sorte de dégradation et de passage d'une espèce à l'autre, il s'en faut de beaucoup que ce soit général (*Règne animal*, 1817, p. xx). L'échelle

animale est pour lui une application erronée, à la totalité de la création, d'observations partielles justes seulement dans certaines limites (*ibid.*, p. XXI). Presque aucun être ne peut être reconnu par un seul de ses caractères, il faut la réunion de plusieurs de ceux-ci pour le distinguer des autres qui en ont bien quelques-uns de communs avec lui, mais combinés autrement (*ibid.*, p. 8-9). La vie n'existe que dans des êtres tout organisés et faits pour en jouir, et personne n'a pu montrer la matière s'organisant soit d'elle-même, soit par une cause extérieure. La naissance des êtres organisés est le plus grand mystère de toute la nature. *Nous les voyons se développer, jamais se former* (*ibid.*, p. 17).

Et dans son admirable exposé de l'organisation des poissons (1), il revient avec insistance sur sa manière de voir. Les poissons « forment une classe d'animaux distincte de toutes les autres et destinée en totalité par sa conformation à vivre, à se mouvoir, à exercer les actes essentiels de sa nature, dans l'élément aqueux. C'est là leur place dans la création. Ils y ont été dès leur origine, ils y resteront jusqu'à la destruction de l'ordre actuel des choses, et ce n'est que par de vaines spéculations métaphysiques, ou par des rapprochements très superficiels que l'on a voulu considérer leur classe comme un développement, un perfectionnement, un anoblissement de celle des mollusques, ou comme une première ébauche, comme un état de fœtus des autres classes des vertébrés ». Comme l'animalité n'a reçu qu'un nombre borné d'organes, il fallait bien que quelques-uns de ces organes, au moins, fussent communs à plusieurs classes. Mais où est d'ailleurs la ressemblance? Et il passe en revue les divers appareils pour conclure enfin (p. 407) : « Si donc il y a des ressemblances entre les organes des poissons et ceux des autres

(1) Cuvier (G.) et Valenciennes, *Hist. nat. des poissons*. 1828, t. I, p. 401.

classes, ce n'est qu'autant qu'il y en a entre leurs fonctions; concluons que si l'on peut dire que ces animaux sont des mollusques anoblis... ce n'est tout au plus que dans un sens abstrait et métaphysique, et même que, alors, il s'en faut de beaucoup que cette expression abstraite donne des idées justes de leur organisation : concluons surtout qu'ils ne sont ni des anneaux de cette chaîne imaginaire des formes successives, dont aucune n'aurait pu servir de germe aux autres, puisqu'aucune n'aurait pu subsister isolément, ni de cette autre chaîne non moins imaginaire des formes simultanées et nuancées, qui n'a de réalité que dans l'imagination de quelques naturalistes, plus poètes qu'observateurs, mais qu'ils appartiennent à cette chaîne réelle des êtres coexistants, des êtres nécessaires les uns aux autres et à l'ensemble, et qui, par leur action mutuelle, maintiennent l'ordre et l'harmonie de l'univers; chaîne dont aucune parcelle n'a pu exister sans toutes les autres, et dont les replis, sans cesse rapprochés ou écartés, embrassent le globe dans leurs contours. »

Il est impossible de mieux dire et beaucoup de ceux qui admettent sans y regarder de trop près les séries évolutives qu'on leur présente, devraient méditer chaque phrase et peser chaque mot d'une conclusion qui reste toujours vraie.

Pour terminer l'exposé des idées de Cuvier, il est bon de rapporter exactement ce qu'il pensait de la fixité des espèces. Après avoir défini les variétés comme le résultat de changements de conditions (chaleur, abondance et nature de la nourriture) qui empêchent une similitude complète des descendants aux ascendants, il nie que les différences qui séparent les êtres puissent être produites par des conditions analogues. Dans l'état actuel les variétés sont maintenues dans des limites assez étroites et il en était de même aussi loin que nous pouvons remonter dans l'antiquité (ancienne Égypte). « On est

donc obligé d'admettre certaines formes qui se sont perpétuées depuis l'origine des choses sans excéder ces limites. Ces formes constituent les espèces (1). » Ce fixisme a été très durement reproché à Cuvier et à tous les adversaires du transformisme. On a en effet souvent prétendu que si l'on doit repousser la fixité des espèces le transformisme est démontré et que tout le système de Cuvier tombe. C'est une erreur, car le transformisme demande bien plus que la variabilité des espèces, il exige aussi celle des types. Or cette dernière est loin d'être démontrée, et l'accord tend à se faire pour admettre qu'elle ne pourrait, en tout cas, dépendre des forces invoquées par Lamarck et par Darwin (2).

On a parfois voulu voir dans la querelle entre Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire une rivalité politique et l'on a accusé le premier d'avoir exposé et soutenu des idées qui plaisaient aux puissants du jour. Il est plus juste d'y voir le résultat de deux tendances contraires affirmées dès leurs premières publications, le *Mémoire sur les Makis* d'Ét. Geoffroy (1796) et les *Leçons d'anatomie comparée* de Cuvier (1800). Leurs divergences furent la conséquence inévitable de leurs mentalités différentes et s'accusèrent par la suite, certainement en grande partie à cause de l'inégalité de leur talent d'exposition, Cuvier étant aussi clair, méthodique et élégant, que Geoffroy était lourd et confus.

Combattu par un savant comme Cuvier le transformisme n'avait aucune chance de se développer. Mais son insuccès peut d'autant moins être attribué à la prétendue influence extra-scientifique de Cuvier, qu'il s'observa aussi bien à l'étranger que chez nous. Le transformisme rencontrait des sympathies plus ou moins avouées auprès de quelques savants, mais ceux-ci se rendaient bien compte du

(1) Cuvier (G.). *Le règne animal distribué d'après son organisation*. Paris, 1817, p. 16.
(2) Voyez p. 264.

caractère absolument hypothétique et indémontrable des arguments présentés en sa faveur et se réservaient.

Après les grandes discussions du début du siècle le transformisme passa au second plan. Cependant d'importantes découvertes faite en histologie et en embryologie auraient pu lui fournir déjà des arguments qui ne manquèrent pas d'être utilisés plus tard. Mais à ce moment l'attention des naturalistes se portait plutôt sur les faits nouveaux que tant de moyens de recherches jusqu'alors inconnus mettaient entre leurs mains, et les discussions théoriques restèrent à peu près au point où les avait laissées Cuvier.

L'état d'esprit du monde savant vis-à-vis du transformisme, avant Darwin, a été nettement précisé par Huxley. A ce moment, a dit ce dernier, les choses étaient telles que je pouvais me montrer résolument antitransformiste lorsqu'un transformiste cherchait à me convaincre, et qu'inversement je devenais transformiste si j'avais affaire à un adversaire de cette conception (1). Si cette manière d'être peint bien le tempérament combatif du savant anglais, elle n'en prouve pas moins l'impossibilité où l'on se trouvait à cette époque de décider de la question. Le livre de Darwin changea la face des choses.

Au cours de son voyage d'exploration de l'Amérique du Sud, fait à bord du *Beagle* (1831-1836), Darwin avait été extrêmement frappé de voir que, dans les îles Galapagos, séparées de l'Amérique par une étendue de mer infranchissable à la plupart d'entre elles, les espèces, bien que différentes de celles du continent voisin, avaient pourtant un caractère américain décidé, que d'autre part les couches sédimentaires les plus récentes du continent renfermaient des mammifères fossiles cuirassés, analogues

(1) Darwin (Fr.), *Vie et correspondance de Ch. Darwin*, tr. fr. de Varigny, Paris, 1888, t. II, p. 22.

aux tatous actuels qui ne se rencontrent pas ailleurs. Tous ces faits ne lui paraissaient explicables que par l'hypothèse d'une descendance commune. En effet comment ces espèces auraient-elles été si semblables si elles avaient été l'objet de créations indépendantes; comment, d'autre part, se seraient-elles autant ressemblé malgré les différences du climat et du sol, si elles n'avaient eu des rapports de consanguinité?

Après son retour il étudia pendant longtemps la distribution géographique des espèces et les conditions de teur migration ou de leur dispersion. Il rassembla d'innombrables documents sur leurs variations et en vint peu à peu à la conviction que les espèces n'avaient pas la fixité qu'on leur avait attribuée, que beaucoup d'entre elles passaient les unes aux autres par des transitions insensibles et que leur séparation, dans nombre de cas. résulte simplement de la disparition des formes intermédiaires. Si l'on pouvait connaître leur histoire on verrait qu'elles sont toutes plus ou moins liées. Il n'y a que des individus variant ou se transformant; les espèces ne sont que des coupures plus ou moins légitimes dans cette masse d'individus, et les groupes supérieurs à l'espèce ne sont que des collections d'individus plus semblables entre eux qu'aux autres parce qu'ils descendent tous d'une même forme primitive. L'étendue de ces groupes et le nombre de leurs subdivisions ne dépendent que de l'ancienneté de cette forme initiale qui, au cours des temps, a pu donner plusieurs rameaux passablement séparés les uns des autres mais possédant en commun les caractères essentiels de l'espèce ancestrale qui formen ceux de l'embranchement ou de la classe auxquels ils sont rattachés.

Comment se produisaient les différenciations de ces formes primitives? Sous quelles influences se développaient et s'écartaient les rameaux? Darwin, habitant un pays d'élevage, avait été très frappé du soin apporté par les

éleveurs au choix des individus chargés de la reproducion. D'autre part il connaissait la loi de Malthus qui considérait l'accroissement de la population comme supérieur à celui des ressources nécessaires à sa vie et concluait à la nécessité de freins naturels contre la reproduction. Le meilleur frein consiste dans la lutte pour l'existence, révélée par la différence énorme qui existe à la fin de l'année entre le nombre des descendants persistants d'un couple et celui des petits produits. Les manquants ont disparu dans la lutte, qui détermine ainsi le choix des subsistants. Dans la lutte certaines variations spécifiques peuvent avantager certains individus, qui les transmettent à leurs descendants, tandis que leurs concurrents moins favorisés disparaissent. La lutte pour l'existence intervenait ainsi un peu à la façon des éleveurs et entraînait une *sélection naturelle* capable de conserver, de propager, et probablement aussi d'augmenter les variations utiles, de manière à former de nouvelles espèces.

De là est venu le titre du livre de Darwin : l'*Origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou de la lutte pour l'existence dans la nature*. Ce livre fit grande impression. Il avait paru le 24 novembre 1859, une seconde édition dut être publiée le 7 janvier 1860. Les deux trouvailles de Darwin, la lutte pour la vie et la sélection naturelle, parurent ouvrir la voie à l'explication de la genèse des êtres vivants. Bien que Darwin attachât peu d'importance aux facteurs de transformation imaginés par Lamarck, et que sa doctrine fût assez différente de celle de ce dernier pour que l'on dût, plus tard, les opposer l'une à l'autre, on sentait confusément que les causes mises en lumière par lui devaient se combiner avec celles invoquées par Lamarck pour contribuer au même résultat, la formation de nouvelles espèces. Cependant tous ces facteurs : sélection, lutte, effets de l'usage, etc., étaient plutôt devinés et pressentis que véritablement connus et

mesurés. Leur action, parce qu'elle était vraisemblable, ne fut d'abord que très insuffisamment étudiée et on les accepta un peu les yeux fermés, bien que la moindre attention eût pu montrer leur insuffisance.

Jusqu'où s'étendait, pour Darwin, la valeur de l'explication qu'il venait de proposer? Était-elle valable pour toutes les formes, même pour les types les plus différents? La question est d'importance car l'on peut se demander si Darwin fut, ou non, partisan du transformisme total, et s'il pensait que sa théorie pût suffire à expliquer l'origine du monde vivant tout entier. Sa pensée laisse apercevoir à ce sujet quelque flottement. Il s'était bien rendu compte des différences profondes qui séparent les grands types. Dans la dernière édition de l'*Origine*, il disait encore, comme dans la première : « Je crois que tous les animaux descendent de quatre ou cinq formes primitives tout au plus et toutes les plantes d'un nombre égal ou même moindre » (p. 569). En outre, d'autres phrases dans lesquelles il exprimait l'idée que nous étions incapables de trancher la question de l'origine de la vie ou celle des grandes formes : bilatérale, rayonnée, segmentée, semblaient confirmer ces réserves. D'un autre côté, dès 1871, il avait admis l'origine des vertébrés et de l'homme aux dépens de formes très simples comme les larves d'ascidies. Mais comme il ne s'occupait pas des autres types on pouvait d'autant mieux rester dans le doute sur le fond de sa pensée, qu'il continuait à laisser dans les éditions successives de l'*Origine* la phrase si décisive rapportée ci-dessus.

Il était cependant beaucoup plus affirmatif dans sa correspondance, disant « qu'il ne donnerait rien de la sélection s'il lui fallait des additions miraculeuses à quelque degré que ce soit de la descendance (1) », regrettant d'avoir employé le mot de création par lequel

(1) *Vie et correspondance de Ch. Darwin*, t. II, p. 44

il voulait dire simplement apparition par quelques processus absolument inconnus (1), enfin revenant à diverses reprises sur sa position très nettement anticréationniste.

Ces contradictions s'expliquent sans doute par le fait que les derniers remaniements apportés à l'*Origine des espèces* remontent à une date assez éloignée (1872). C'est sur l'édition parue à cette époque que furent faites les dernières corrections de cet ouvrage. A ce moment la première édition de l'*Histoire de la création naturelle* d'Haeckel avait déjà paru (1868), mais elle ne renfermait pas tous les développements embryologiques que l'on trouve dans les éditions suivantes, et notamment la théorie de la gastraea, publiée seulement en 1873. Par conséquent, bien des arguments qui semblèrent permettre, plus tard, de relier toutes les formes manquaient encore. Darwin, confiant dans l'avenir pour confirmer ces idées nouvelles si favorables à sa thèse, ne se préoccupa pas de les introduire dans son livre, et c'est ainsi que l'édition française définitive de l'*Origine*, parue en 1882, peut sembler contenir une désapprobation des théories monophylétiques ou du transformisme intégral, qui cependant n'était peut-être pas dans la pensée de Darwin.

Les dix premières années qui suivirent la publication de l'*Origine des espèces* furent remplies de controverses très ardentes. Il n'est pas possible de les rapporter ici, mais il est bon de signaler la très curieuse discussion sur le transformisme poursuivie pendant plusieurs mois devant la Société d'anthropologie de Paris, et notamment de rapporter la mise au point de cette discussion faite par Broca (2). Le renom de ce savant, la part considérable qu'il a prise à la défense et à la propagation du transfor-

(1) *Vie et correspondance de Ch. Darwin*, t. II., p. 306.
(2) Broca (P.), *Sur le transformisme*. Bullét. Soc. anthrop. Paris, t. V, 1870.

misme donnent à cet article une importance particulière.

Je pense, disait Broca, p. 184, « que Ch. Darwin n'a pas découvert les véritables agents de l'évolution organique », et il ajoutait : « La concurrence vitale est une loi, la sélection un fait, la production des variétés individuelles un autre fait, la transmission éventuelle de ces variations est une conséquence *possible* des lois de l'hérédité, *mais ce qui n'est ni un fait, ni une loi, ce qui n'est plus qu'une hypothèse, c'est l'écart indéfini que la sélection naturelle ferait subir aux caractères anatomiques et morphologiques* (p. 188). On ne sait pas encore jusqu'où peuvent s'étendre les effets de la sélection artificielle, plus puissante que la naturelle parce que voulue et dirigée, « *mais elle n'a jamais produit des divergences allant au delà de celles des genres* » (p. 195). Pour les plantes, plus soumises par leur fixation au sol aux différentes influences, les variations peuvent aller au delà des bornes ordinairement assignées aux genres, mais les *limites des familles sont généralement respectées* (p. 202). Si donc les faits actuels ne sont pas conformes à l'idée absolue de la permanence des espèces, ils ne sont pas incompatibles avec l'idée de la permanence des types (p. 204). La sélection est au nombre des causes des changements organiques, mais « *on ne saurait conclure qu'elle soit le procédé unique et universel de l'évolution* ni même qu'elle ait jamais eu le pouvoir de former une seule espèce. De même la théorie de Lamarck, *dans les deux cas on peut dire qu'une cause peut être réelle et posséder une certaine efficacité sans avoir le pouvoir de transformer les espèces* » (p. 222-23) (1).

Cette critique à la fois si modérée et si impitoyable des théories de Lamarck et de Darwin demeure entière aujourd'hui. Le temps ne lui a apporté aucune atténuation, au contraire. On connaît mieux encore l'impuissance des facteurs de l'évolution invoqués par les créateurs du

(1) Les passages soulignés ici ne le sont pas dans l'original.

transformisme (1) et l'on n'en a point trouvé d'autres capables de les compléter ou de les remplacer efficacement.

Cependant Broca ne s'en tenait pas à cet exposé négatif, il ajoutait : « Ce qui fait la force du transformisme c'est l'impuissance de la doctrine créationniste (p. 209). » Le créationnisme « c'est le miracle en permanence, c'est la nature assujettie à une volonté et non à des lois... et alors s'il n'y a plus de lois, il n'y a plus de science » (p. 213). X

Ces dernières conclusions mettent admirablement en lumière deux des principales causes du succès du transformisme : la première c'est que le transformisme, en se substituant au créationnisme, donne une explication mécaniste du monde, d'autant plus intéressante qu'elle est à la portée de tous. Tout le monde en effet se rend un peu compte des ressemblances des êtres vivants et des changements qu'apporte à la vie le cours du temps. Tout le monde est donc capable de lier ces deux choses et de s'imaginer comprendre ainsi la formation de la partie la plus merveilleuse de l'univers, le reste est naturellement donné par surcroît.

La seconde est que le transformisme est une doctrine du moindre effort. Il n'est plus besoin désormais de se fatiguer à étudier les difficiles problèmes de l'être et de la causalité pour comprendre l'origine des êtres vivants et la nature de l'homme. Métaphysiciens et philosophes deviennent inutiles du moment qu'un naturaliste peut résoudre les questions qu'ils se proposaient, en prétendant reconstituer la généalogie de quelques séries d'espèces. C'est surtout dans ces deux causes qu'il faut chercher la raison de la survivance du transformisme seul, parmi d'autres théories scientifiques ses contemporaines qui ont disparu depuis longtemps.

Mais il nous faut revenir à l'histoire des années qui

(1) Voyez p. 264.

1) tandis que le créationnisme c'est sans doute la doctrine qui recherche le plus les rapports, les lois, les causes ? C'est elle qui a fait des progrès dans nos connaissances ?

suivirent l'apparition de l'*Origine des espèces.* Malgré les discussions et les oppositions, les idées de Darwin gagnaient chaque jour de nouveaux partisans. De nombreux chercheurs les avaient introduites dans l'explication de diverses questions de biologie, et avaient obtenu des résultats très encourageants, tout paraissant devenir, grâce à elles, plus facile et plus clair. Un savant se trouva, vulgarisateur hors de pair, qui leur apporta un puissant concours. Haeckel avait déjà essayé en 1866 de donner une *Morphologie générale* fondée sur les principes du transformisme mais c'était un livre austère, peu accessible au grand public. Son auteur changea bientôt de manière. S'étant emparé des découvertes embryologiques récentes, il sut tirer du chaos des formes embryonnaires des schémas très simples qui apportèrent au darwinisme quelques exemples anatomiques dont celui-ci avait le plus grand besoin. Darwin s'était étendu longuement sur les caractères spécifiques, sur la géographie biologique et sur d'autres détails peu familiers à la masse de ses lecteurs. Votre livre, lui écrivait Lyell (1), « est un résumé très serré, trop serré peut-être pour les profanes. Dans une prochaine édition, vous pourrez insérer çà et là quelque exemple réel pour alléger le nombre des propositions abstraites ». Ces exemples furent en grande partie fournis par Haeckel qui sut représenter d'une manière claire des formes simples dont il en tirait d'autres, plus compliquées, presque par un simple jeu de dessinateur habile, ayant admirablement saisi la schématisation qui convenait à ces sortes de représentation, sans pour cela leur imprimer trop visiblement le caractère de schémas. Reprenant la conception de Serres, il la développa, la corrobora d'une quantité d'exemples nouveaux et fit de l'être stomacal, de la *gastraea*, comme il disait, la forme fondamentale primitive de tous les animaux pluri-

(1) *Vie et correspondance de Ch. Darwin,* t. II, p. 38.

cellulaires. La gastraea est un sac comprenant une paroi épaisse formée de deux lames cellulaires accolées et une cavité (cavité digestive) s'ouvrant au dehors par un orifice, le blastopore, servant à l'entrée des aliments et à la sortie de leurs résidus. Chaque lame cellulaire correspond à l'un des deux feuillets fondamentaux décrits dans le corps des embryons très jeunes des animaux supérieurs : l'externe à l'ectoderme ou feuillet externe, l'interne au feuillet profond (entoderme). La couche externe, protectrice, sensible et motrice, renferme les cellules chargées de la vie de relation, tandis que l'interne contient celles qui assurent la vie végétative, exactement comme les feuillets embryonnaires donnent par reploiement en masse ou par des bourgeonnements locaux les organes correspondants à ces deux vies. La gastraea se rencontre toujours dans les premiers stades du développement des embryons, où elle est représentée par le germe en forme de coupe à deux feuillets qu'il appelle *gastrula*.

Les embryologistes de carrière firent bien quelques objections graves. Kölliker montra la superficialité des vues de Haeckel (*Embryologie de l'homme*, p. 408-410), His fit voir le caractère par trop schématique de ses dessins et put même l'accuser d'avoir représenté trois embryons différents avec le même cliché (*Unsere Körperform*, p. 168-171). Mais la nouveauté des idées de Haeckel, la facilité qu'elles apportaient pour l'exposition de l'anatomie et de la zoologie et qui fournissait l'occasion de développements oratoires brillants et suggestifs l'emportèrent, habituant les esprits à ce mélange confus de vérités et d'hypothèses qui a rempli les manuels, oblitérant dans nombre d'esprits toute possibilité de voir clair désormais et de faire dans ce domaine la séparation du vrai et du faux.

Sans doute on a protesté, on a réagi et Haeckel a depuis quelques années une assez mauvaise presse, mais il faut

bien reconnaître qu'il a peut-être plus fait à lui tout seul pour la vulgarisation du transformisme que tous les autres partisans de ce dernier. La théorie y est plus claire que dans Darwin lui-même, écrivait Flaubert (*Lettres à George Sand*, p. 255) et ce témoignage fixe parfaitement le rôle de Haeckel pour la diffusion du transformisme dans les milieux cultivés n'appartenant pas au monde de la biologie.

En même temps, dans le grand public, l'idée d'évolution se développait sans cesse, apportant au transformisme un appui capital. L'évolution historique de l'humanité est si évidente, elle porte sur tant de manifestations diverses de l'activité de l'homme qu'elle prête à des développements pour ainsi dire indéfinis. On n'a pas manqué de les faire et il en est résulté un état d'esprit transformiste qui ne connaît plus d'obstacles et qui confond l'évolution historique de l'humanité avec l'évolution biologique qui est tout autre chose. Dans le monde méditerranéen, depuis plus de quatre mille ans que l'évolution historique a marché avec tant de succès, celle des corps est restée absolument stationnaire, et Aristote n'était ni plus ni moins biologiquement que les hommes actuels qui ont hérité de sa culture.

Cependant, tandis que l'idée d'évolution s'enracinait dans les esprits, le transformisme, tel qu'il était sorti de l'œuvre de Lamarck et de celle de Darwin, était l'objet de critiques particulières de la part de savants qui, bien qu'acceptant ses conclusions générales, n'étaient pas dupes des exagérations ou des simplifications excessives sur lesquelles on avait prétendu l'établir. Balfour, dans son célèbre *Traité d'embryologie* (1), ne dissimulait aucune des difficultés soulevées par certaines applications de la théorie, refusait d'admettre un arbre généalogique unique

(1) *Balfour* (F.-M.), *Traité d'embryologie et d'organogénie comparées*, trad. franç., Paris, 2 volumes, 1883-1885.

et suggérait des origines multiples pour les différents rameaux de certains groupes. Dohrn (1) dévoilait l'insuffisance des données de Haeckel et de Gegenbaur pour l'origine des vertébrés et, par un labeur de trente années, montrait la complexité, insoupçonnée avant lui, des problèmes que cette question soulève. Zittel (2) jetait un cri d'alarme à cause de l'adoption hâtive et inconsidérée de généalogies qui ne résistaient pas à l'examen, et montrait que les résultats acquis par la paléontologie diffèrent profondément de ceux que postulait la théorie transformiste. D'un autre côté Depéret (3) soulignait les erreurs commises par des transformistes trop zélés qui ont confondu l'évolution fonctionnelle d'un organe avec celle d'un groupe et ont fondé là-dessus des filiations inexactes, ne concordant même pas avec la chronologie géologique. Enfin la fameuse loi biogénétique qui prétendait trouver dans le développement individuel la répétition du développement phylétique était l'objet de sérieuses critiques de la part d'O. Hertwig (4).

Entre temps s'était développée la querelle des darwinistes et des lamarckistes, qui s'étaient aperçus des antinomies séparant les idées essentielles des créateurs de la théorie, et de tout cela était né ce que l'on a appelé la crise du transformisme.

Cette crise, bien que très sérieuse, n'a cependant pas franchi les bornes du monde savant et le grand public, s'il en a eu quelques échos, n'a pas saisi son importance. Il serait certainement surpris s'il pouvait voir les

(1) Dohrn (A.), *Studien zur Urgeschichte der Wirbeltiere. Mittheil. aus d. Zool. Stat. zu Neapel*, 1883-1901.

(2) Zittel (K.), *Traité de paléontologie*, trad. fr., Paris, 1893-96, et comptes rendus de la 6e ses. du Cong. géol. intern. à Zurich, 1894, p. 125-136.

(3) Depéret (C.), *Les transformations du monde animal*. Flammarion, Paris, 1907.

(4) Hertwig (Osc.), *Ueber die Stellung d. vergleich. Entwickel*... Handbuch d. Entwick. d. Wirbeltiere, Bd III, Theil 3, 1906.

critiques qui ont été faites de divers côtés au transformisme, mais elles ne lui ont jamais été présentées dans un ouvrage à sa portée, et l'on a fait le silence sur elles. Ce livre essaie de combler cette lacune et de mettre au point cette question si importante de philosophie scientifique.

CHAPITRE II

LA MORPHOLOGIE. L'ORGANISATION ET LA FORME

Le terme « morphologie » a été employé dans des sens si différents qu'il importe de bien fixer dès le début sa signification véritable. Morphologie veut dire « science ou description de la forme ». Il peut donc y avoir autant de morphologies particulières que de sciences dans lesquelles la notion de forme occupe une place; la philologie par exemple parle de la morphologie des lettres ou de celle des mots.

Quand il s'agit des êtres vivants, composés de parties internes et externes ayant chacune une forme qui joue un rôle dans la constitution de l'ensemble et dans la vie de l'individu, la morphologie est la science de ces formes, et par suite celle de la structure, ou brièvement la science de l'organisation. C'en est la science, c'est-à-dire la connaissance raisonnée et synthétique, et non la simple description comme on le comprend trop souvent par un amoindrissement déplorable de la véritable signification du terme morphologie et c'est un abus regrettable d'appeler morphologie d'un os ou d'un organe quelconque, leur simple description, si parfaite qu'elle puisse être. La morphologie d'une partie comporte la connaissance de son origine, de ses rapports avec l'ensemble de l'être envisagé et avec les parties correspondantes dans les autres êtres, en un mot elle fait connaître sa nature et sa signification.

Par la force même des choses l'étude de l'organisation

s'est partagée en trois disciplines différentes : l'anatomie, l'histologie, l'embryologie. L'anatomie, ainsi appelée du verbe grec *couper*, s'occupe de l'étude des parties visibles à l'œil nu ou à la loupe et démontrables par la dissection. L'histologie ou science des tissus poursuit, au delà des limites de la vision naturelle, l'étude de la composition des parties. Elle exige le concours du microscope et l'emploi des méthodes de préparation très compliquées que réclame l'usage de cet instrument. Par là même elle est devenue le domaine propre de savants spécialisés. Son importance extrême tient à ce que, si le microscope ne résout pas la composition moléculaire ou même micellaire des substances organiques, du moins définit-il parfaitement la substance qui forme le corps des êtres vivants (protoplasme), les cellules avec tous leurs détails structuraux, et enfin les plus fines terminaisons nerveuses ou les ramifications les plus délicates des vaisseaux. Par suite l'histologie résout toutes les questions de la structure organique des êtres vivants, elle est l'*ultima ratio* de l'anatomie. C'est elle également qui, par ses méthodes, a permis de suivre le développement complet des embryons, à partir de l'œuf ou des bourgeons les plus petits, accessibles au microscope seul, aidé bien entendu des méthodes histologiques nécessaires à toute observation microscopique.

Le concours de ces trois sciences est indispensable à la vraie morphologie biologique, qui peut être définie aussi la synthèse de l'anatomie, de l'histologie et de l'embryologie comparées. Fondée sur de telles bases la morphologie n'est pas seulement la description de l'organisme, c'est l'explication scientifique de ce dernier aussi parfaite que le comporte la science du moment. Dès maintenant elle nous permet de pénétrer très profondément dans la connaissance des êtres vivants, de tout ce qui se rapporte à leur forme et à leur constitution, de comprendre leurs rapports et leurs différences,

d'établir entre eux des rapprochements ou des divergences sérieusement fondés. Mais que faut-il entendre par forme et par organisation, lorsqu'il s'agit des êtres vivants?

L'organisation.

Les êtres vivants (*corps organisés ou organismes*) se distinguent des autres corps naturels parce qu'ils sont doués d'une activité propre qui est la vie, et d'une configuration ou d'une forme qui se retrouve essentiellement la même dans un grand nombre d'entre eux constituant un même groupe ou une même espèce.

Le mot forme, en biologie, dépasse toujours de beaucoup le sens de configuration externe ou de figure, parce que la figure d'un organisme est conditionnée en grande partie par la disposition des parties profondes ou par l'organisation qui lui imprime des traits particuliers permettant de la distinguer de figures apparemment semblables, comme on le verra bientôt. Or l'organisation est loin d'être aussi diverse que les êtres vivants eux-mêmes. Il n'y a qu'un petit nombre de combinaisons d'organes qui répondent aux grandes divisions établies par les naturalistes (embranchements, classes, ordres). Ces divisions se hiérarchisent dans l'ordre même qu'elles ont ici, l'embranchement étant parmi elles la plus large et la moins compréhensive, l'ordre au contraire la plus étroite et la plus riche en caractères. Par conséquent un être est déjà passablement défini par sa place dans l'une d'elles; mais sa détermination complète est donnée par sa forme, c'est-à-dire par ses dimensions, sa figure, les proportions de ses parties, leurs rapports de grandeur et de nombre qui conditionnent son genre de vie, limitent ses potentialités et en font ce qu'il est. Cela suffit pour montrer la part énorme de la forme dans la définition des êtres vivants.

D'autre part la vie est elle-même un *ensemble de mouvements* qui concourent à faire se développer un être à partir d'un être précédent, à le maintenir sous son état achevé pendant un certain temps, et à lui permettre de se multiplier ou de se reproduire avec la même forme ou sous une forme assez rapprochée de la précédente pour pouvoir lui être réunie. C'est pourquoi, si les corps vivants n'ont individuellement qu'une durée limitée, les formes qu'ils revêtent ou les espèces, au sens large du mot, sont beaucoup plus durables et ont une longévité qui se compte au minimum par dizaine de siècles.

Les mouvements, ou mieux les fonctions élémentaires, qui concourent ensemble et qui doivent toujours être réunies pour que l'on ait affaire à un véritable organisme sont au minimum au nombre de neuf (W. Roux) : 1° l'ingestion des substances étrangères destinées à la nourriture; 2° l'assimilation de ces substances; 3° leur transformation pour leur emploi dans le fonctionnement (désassimilation); 4° l'excrétion des résidus inutiles ou nuisibles; 5° le remplacement des substances employées, de manière que l'être se conserve ainsi entièrement ou presque entièrement inchangé; 6° l'accroissement par surcompensation des pertes; 7° l'irritabilité ou pouvoir de répondre par des mouvements ou des changements aux excitations reçues; 8° le pouvoir de se diviser et par là de se multiplier (reproduction); 9° la transmission des propriétés de l'antécédent à ses descendants (hérédité). A ces fonctions élémentaires, s'ajoutent chez les êtres supérieurs des fonctions nouvelles par complication ou dédoublement des fonctions élémentaires sus indiquées.

Chacune des fonctions élémentaires possède un pouvoir d'autorégulation qui assure la conservation et le maintien de l'être et qui est en rapport avec l'activité de celui-ci. La prise de nourriture diffère totalement d'une imbibition ou d'une pénétration passives, venues du dehors; en

outre, plus la nourriture manque, plus l'être la recherche, tandis qu'il la délaisse lorsqu'il en a capté une certaine quantité. L'assimilation est, si l'on peut ainsi parler, la plus personnelle des fonctions, puisque c'est elle qui fait la substance propre des êtres toujours un peu différente chimiquement de celles à l'aide desquelles elle s'est constituée. C'est pourquoi on l'a souvent considérée comme une caractéristique suffisante de la vie, mais à tort, parce que, seule, elle n'expliquerait ni les formes particulières, ni la nécessité du développement. L'accroissement qui explique ces formes et leur production est donc lui aussi une fonction réglée et spécifique pour chaque être particulier, de même que l'hérédité. Cette autorégulation de chaque fonction élémentaire, caractérisée par le préfixe « selbst » dont W. Roux faisait précéder chacune d'elles dans l'énumération, à peu près textuelle que nous lui avons empruntée ci-dessus (1), montre le caractère hautement particulier des êtres vivants comparés aux corps bruts.

Ce caractère réside avant tout en ceci, que pour faire un être vivant il faut un corps de forme déterminée et pourvu d'un ensemble de fonctions indissolublement unies entre elles et avec ce corps. C'est pourquoi, si l'on a pu réaliser dans des combinaisons chimiques ou dans ce que l'on a appelé des cellules artificielles, certaines propriétés des corps vivants, on n'a jamais pu cependant faire un corps capable de se maintenir par lui-même et de se continuer dans d'autres ou de se reproduire. L'émulsion de Bütschli présentait des mouvements analogues à ceux du protoplasme, les cellules de Traube pouvaient absorber de l'eau, s'accroître et se diviser, d'autre part les flammes montrent une certaine autorégulation, mais ni cellules artificielles ni flammes ne

(1) Roux (W.), *Die angebliche künstliche Erzeugung von Lebewesen.* Umschau, 1906, n° 8.

peuvent se maintenir si on ne leur fournit, tout préparés, les éléments et les conditions nécessaires à leur formation.

Si l'on réfléchit que tout être vivant est en somme une certaine forme d'une organisation appartenant à un ordre systématique donné, appropriée originellement à une place et à une fonction déterminées dans la nature — bien qu'elle puisse ultérieurement et par les accidents inévitables, donner lieu à de nombreuses diversifications — on voit déjà quelle place importante occupe la morphologie dans la biologie bien comprise; la suite le rendra plus clair encore.

Toute organisation peut être définie « un ensemble formé de parties différentes qui coopèrent (1) ». Par une tendance bien naturelle à l'esprit humain, on a cherché en biologie, comme ailleurs, à ramener tous les organismes à une unité première dont ils ne seraient que des représentants isolés ou des combinaisons plus ou moins complexes. L'unité biologique couramment admise est la cellule. Celle-ci suffit pour former des organismes simples et de petite taille, dits unicellulaires, tandis que les êtres plus volumineux et plus complexes sont formés par la réunion de centaines ou de milliards de cellules.

Cette interprétation, bien qu'ayant pour elle la presque unanimité des biologistes, n'est cependant pas entièrement satisfaisante. La cellule, telle qu'on peut la concevoir, n'est qu'une abstraction qui ne répond point du tout à la définition d'un organisme et qui n'en possède point toutes les propriétés. En effet la cellule qui forme le corps d'un protozoaire présente en plus des parties que l'on trouve dans chaque cellule (protoplasma, noyau, granulations diverses, etc.), d'autres parties surajoutées en rapport avec le perfectionnement et l'augmentation de puissance

(1) A. Lalande, *Vocabulaire de la philosophie*, Alcan, Paris, 1926, vol. II, p. 548, sens B.

de certaines fonctions (cils, pseudopodes, squelette, etc.). D'autre part les cellules des métazoaires dont les différentes variétés répondent à l'accomplissement de certaines fonctions élevées (cellules musculaires, nerveuses, etc.), ne sont point de véritables organismes, n'ont point une vie indépendante, et ne peuvent ni se reproduire ni reproduire le tout auquel elles appartiennent (1). Nulle part on ne trouve une forme cellulaire qui puisse être prise comme le modèle initial de toutes les autres. L'amibe, si souvent choisi comme tel, a déjà dans sa couche périphérique ou ectoplasme, une différenciation qui en fait quelque chose de particulier. Les autres cellules relativement simples, comme les globules blancs du sang, les cellules épithéliales peu différenciées de certains canaux excréteurs ou de certaines surfaces simples, ne peuvent pas davantage remplir ce rôle de formes de début et ne sont point des organismes indépendants.

Le volume pas plus que la forme ne peuvent être un critérium suffisant pour caractériser les cellules, car on appelle ainsi aussi bien la masse énorme du jaune d'un œuf d'oiseau ou un élément ayant à peine quelques millièmes de millimètres de diamètre, un lymphocyte et une cellule nerveuse dont le cylindraxe peut avoir plus d'un mètre de longueur. Sans doute dans ce cas invoquera-t-on pour expliquer cette longueur une sorte de symbiose entre le cylindraxe et les cellules qui l'engainent, mais rien n'est plus contraire à l'idée d'unité anatomique, d'individualité.

La forme n'est pas davantage caractéristique. Quel rapport établir entre une fibre musculaire dont la configuration, commandée par la fonction, est si loin de celle d'une sphère ou d'un polyèdre à diamètres subégaux qui est la plus répandue, ou entre cette cellule tout entière

(1) Pour plus de détails sur ce point, voyez chap. III.

pliée à une seule fonction, et certaines cellules glandulaires des arthropodes qui comprennent à la fois une partie renflée répondant au cul-de-sac sécréteur, et un long tube différencié pour former le canal excréteur, qui par conséquent réunissent en elles les différentes parties d'un organe compliqué? De là l'impossibilité de donner une bonne définition de la cellule en dehors de celle qui fut proposée jadis : « une petite masse de protoplasme individualisée par un noyau. » Comme ce dernier n'est pas toujours constitué en un globe unique au sein de la cellule (bactéries) cette définition pèche déjà par la base, mais il faut bien l'accepter comme la plus capable de réunir l'adhésion d'un très grand nombre d'histologistes. En tout cas elle donne bien l'idée de ces petits corps nucléo-protoplasmiques de l'ordre du millième de millimètre que l'on rencontre toujours dans les structures organiques, seuls ou accompagnés de différenciations diverses qui en font les cellules définitives, mais qui les privent en même temps de certaines fonctions élémentaires et leur enlèvent la valeur d'organismes indépendants qu'ils devraient toujours posséder pour mériter d'être considérés comme les unités biologiques élémentaires.

Si l'on ajoute que dans nombre de cas ces corps nucléo-protoplasmiques sont eux-mêmes fusionnés en masses continues semées de noyaux de manière à former des syncytiums comme dans l'épithélium ovarien embryonnaire, la paroi propre des capillaires sanguins embryonnaires, les fibres musculaires striées et nombre de protistes, si l'on remarque que beaucoup de productions intercellulaires (fibres conjonctives, etc.) ne dépendent pas aussi étroitement des cellules qu'on l'a cru d'abord, on conviendra que l'idée de cellule comme unité primordiale est trop fortement compromise pour être conservée.

C'est pourquoi, pour bien comprendre l'organisation, il nous paraît préférable de ne point partir de l'idée de cellule, mais de celle de protoplasme au sens le plus large

du mot, répondant à peu près à celui de substance vivante. On peut dire alors que l'organisation de tout être vivant, le plus petit et le plus simple, comme le plus grand et le plus compliqué, comporte des parties très différentes, soit dans leur composition, soit dans leur arrangement réciproque et qui, d'après le degré de leur généralisation, se présentent dans les trois plans successifs suivants, en allant de la plus générale à la plus spécialisée : *l'organisation primordiale ou protoplasmique; l'organisation différenciée, systématique*, de type ou de classe; *l'organisation spécifique ou la forme.*

Examinons successivement chacun de ces degrés d'organisation.

L'organisation protoplasmique est la plus générale. C'est celle de la matière vivante qui consiste dans ce mélange de colloïdes divers réunis eux-mêmes en un corps ayant les propriétés des colloïdes et que l'on appelle le protoplasme. Sous ce nom il faut comprendre le cytoplasme, le noyau ou les corpuscules chromatiques s'ils ne sont pas encore groupés en un noyau, les mitochondries, le centre cellulaire, l'appareil de Golgi, en un mot tout ce qui entre dans la composition essentielle de la matière vivante telle qu'on la trouve dans les protozoaires et dans les cellules. Le protoplasme n'est pas une substance chimique, c'est un composé d'un grand nombre de substances, principalement protéiques, mais aussi d'hydrates de carbone, de graisses et de divers corps simples ou de sels, le tout suspendu dans une assez grande quantité d'eau et différant légèrement dans chaque espèce. Mais, ces légères différences chimiques mises à part, les propriétés générales physiques, chimiques et biologiques du protoplasme sont si semblables dans tous les êtres vivants que l'on est bien fondé à le regarder comme la substance commune à tous, ou, par une ellipse, comme la substance vivante.

Le protoplasme a une organisation en partie visible, en

bien plus grande partie cachée. La partie visible est représentée par le noyau, les différentes granulations ou les organites (centre cellulaire, appareil de Golgi) que l'on y a décrits, et dont les formes, d'ailleurs assez différentes suivant qu'on les observe sur le vivant ou après les préparations histologiques appropriées, ne permettent pas de les interpréter comme les organes de fonctions déterminées. Le rôle d'une mitochondrie ne peut être connu qu'après qu'il a été rempli, celui du noyau ne paraît pas avoir de relation avec sa forme. Le mode d'action du centre cellulaire qui donne les centrosomes placés aux pôles du fuseau de division est encore discuté.

L'organisation du protoplasme fondamental, en apparence amorphe, qui englobe toutes ces parties et les pénètre, est encore bien plus inaccessible puisqu'elle ne se traduit à aucun de nos moyens d'observation, bien qu'il ne soit pas douteux qu'elle existe. Toutes les fonctions élémentaires qui se jouent dans le protoplasme demandent en effet une organisation, aussi simple que l'on voudra, mais qui comporte pour chacune d'elles au moins deux parties en présence : une partie motrice, une partie mue, une qui assimile, l'autre qui est assimilée et ainsi de suite. L'organisation de la substance vivante ne nous est donc pas perceptible. Il est impossible de distinguer dans le protoplasme non différencié la partie qui se meut, celle qui digère, ou celle qui respire. S'il est facile de voir chez les amibes des vacuoles digestives incontestables, leur distribution dans tous les points de la masse comprise entre la périphérie et le noyau montre bien qu'elles ne sont point des organes différenciés et fixés, mais de simples poches temporaires formées autour des corps ingérés, suivant le point de pénétration de ces derniers.

Ces remarques répondent au reproche souvent fait à la forme et par suite à la morphologie de n'être d'aucune utilité pour nous faire connaître les fonctions. La forme

de la cellule hépatique, disait Cl. Bernard, n'aurait jamais permis de deviner qu'elle formait du glycogène. C'est vrai, mais pour ce degré d'organisation seulement, parce que les micelles entre lesquelles se font les réactions chimiques et les premiers produits de ces réactions sont en quelque sorte diffus dans diverses parties de la masse protoplasmique et représentés par des parties trop minimes pour être perceptibles au microscope. Mais dès que l'on a affaire à un degré d'organisation supérieur, comportant des parties motrices, sécrétrices, sensibles, différenciées, ces parties impriment à la masse protoplasmique fondamentale des caractères de forme et de structure particulièrement frappants et qui ne permettent pas d'hésiter sur la fonction qu'il faut leur attribuer. On pourrait ajouter aussi que si la forme de la cellule hépatique ne pouvait faire prévoir son rôle glycogénique, ses connexions et ses rapports avec le sang de la veine porte rendaient très vraisemblable de rencontrer en elle à peu près toutes les différentes substances chimiques absorbées dans la digestion et par suite une substance voisine des sucres comme le glycogène. Et si l'on a d'abord protesté contre la découverte de l'illustre physiologiste, ce n'était pas pour des raisons tirées de la forme de la cellule hépatique, mais parce que l'on croyait toute cellule animale incapable de former un produit chimique nouveau, d'opérer une synthèse organique. Ces quelques lignes montrent combien on se tromperait en se fondant sur cet exemple célèbre pour refuser toute valeur explicative à la forme. Cela n'est vrai qu'à un certain degré de l'organisation, au degré le plus général et le plus élémentaire, et encore les connexions de ces parties générales, soigneusement approfondies, peuvent fournir des indications précieuses pour la recherche des phénomènes dont elles sont le siège.

L'organisation protoplasmique se retrouve partout où s'observent les fonctions élémentaires de la vie. Mais dès

que l'on a affaire à des êtres individuels, si petits soient-ils, sur cette organisation protoplasmique se superposent des parties nouvelles, qui sont le siège de certaines fonctions accrues et perfectionnées. Ainsi au mouvement protoplasmique général, de faible puissance, se substituent des mouvements plus puissants et divers, qui sont obtenus soit par la couche périphérique du protoplasme, différenciée en ectoplasme qui prend pour lui les fonctions de la vie de relation, la protection du corps, les mouvements, la capture des aliments (amibes), soit par la formation de cils (infusoires), soit par celle de longs et fins pseudopodes appuyés sur un squelette (foraminifères), etc., etc. De cette manière apparaissent des organisations distinctes représentées par certaines combinaisons de parties, ou d'organes, toujours les mêmes dans un grand nombre d'espèces différentes que l'on réunit pour cela dans un même type déterminé, embranchement, classe ou ordre.

Dans les organismes dits unicellulaires, tels que les protozoaires, ces différenciations ne se séparent pas du reste du protoplasme avec lequel elles demeurent en parfaite continuité, de sorte qu'après s'être formées en lui et à ses dépens, elles peuvent aisément s'y redissoudre pour ainsi dire et disparaître, permettant un rajeunissement de la masse du corps qui revient à l'état indifférencié et, après avoir passé un certain temps sous l'enveloppe d'un kyste ou d'une spore, peut donner à nouveau, lorsque les circonstances redeviennent favorables un ou, par division, plusieurs corps qui reproduiront celui qui les a précédés. Cette continuité parfaite des diverses parties d'un protozoaire favorise beaucoup la division scissipare, la réparation des blessures accidentelles ou produites lors de la division, et donne à toute la vie de ces êtres un cachet spécial. Comme ni cils, ni pseudopodes, ni squelettes intracellulaires, ni tant d'autres différenciations (pharynx des infusoires, etc.) n'entrent dans la définition d'une cellule, l'organisa-

tion des protozoaires dépasse beaucoup la notion de cellule, et au lieu de l'appeler unicellulaire il vaut mieux l'appeler *holoplastique*, c'est-à-dire faite de parties toujours continues et inséparables les unes des autres.

L'organisation systématique des métazoaires est dite pluricellulaire, parce que les fonctions s'exercent, non plus par des parties simplement différenciées dans une masse protoplasmique, mais par des organes distincts formés d'une ou plusieurs cellules de la même espèce ou d'espèces différentes. Cette séparation empêche le retour à l'état simple, ou rajeunissement, que l'on observe chez les protozoaires. En revanche, elle permet la formation d'organes bien plus divers et de combinaisons d'organes bien plus variées que chez ces derniers. Les principales de ces combinaisons sont représentées par les classes groupées elles-mêmes dans des types plus larges, les embranchements, et divisibles en types plus étroits, les ordres. L'organisation systématique comporte donc une série de degrés, correspondant à ces différentes catégories. Toutes ces catégories d'organisation possèdent chacune un ensemble de caractères qui ne laissent pas de doute sur leur légitimité.

Nous verrons plus loin si les métazoaires peuvent être considérés comme de simples colonies cellulaires et si l'on peut les opposer par là aux protozoaires. En attendant nous caractériserons leur organisation par le mot *hétéroplastique* qui indique suffisamment leur composition particulière faite de parties discontinues et qui ne peuvent plus se fusionner toutes en une seule masse continue comme les diverses parties d'un protozoaire.

Qu'elle soit holo ou hétéroplastique, l'organisation différenciée ou systématique est toujours une organisation générale, propre à un plus ou moins grand nombre d'espèces différentes qui lui doivent d'être réunies dans un même groupe systématique. A cause même de cette généralité l'organisation systématique se différencie nette-

ment de la forme, parce que, contrairement à cette dernière, elle ne peut être figurée. Tout dessin que l'on essaie d'en donner se heurte à l'impossibilité, car ou bien, s'il a quelque précision, il reproduit forcément une forme déterminée, ou bien il n'est qu'un diagramme dans lequel certaines relations peuvent être représentées mais non pas toutes celles qu'il faudrait et avec toute l'exactitude nécessaire. Ainsi il est impossible de représenter le type mammifère parce qu'il est fondé sur des traits trop généraux, comportant eux-mêmes trop de combinaisons et d'arrangements particuliers pour permettre un dessin d'ensemble acceptable. Qui prétendrait figurer un type rassemblant à la fois le chien, le bœuf, la chauve-souris, la baleine et l'homme?

Ceci fait entrevoir déjà la différence qui existe entre l'organisation et la forme qui peut, elle, être figurée exactement. Mais comme une compréhension parfaite de la valeur de ces deux mots est nécessaire, il importe d'insister encore afin de dissiper toute confusion.

La forme.

Il semble que l'organisation et la forme se confondent parfois. Ainsi dans l'ordre des cétacés, qui est un type d'organisation très net, la forme semble étroitement alliée à l'organisation et même inséparable d'elle. Cela tient à l'imprécision de la notion de forme, que l'on emploie souvent dans un sens vague, trop large, et bien loin de celui qu'il doit avoir. Il est bien évident qu'il y a un certain rapport entre la forme d'une organisation systématique et les fonctions qu'elle permet de remplir. Tous les foraminifères par exemple ont une coquille et de longs pseudopodes fins, réticulés, qui leur donnent un même aspect général. De même, tous les cétacés ayant une vie complètement aquatique, leurs membres sont forcément

plus ou moins semblables aux nageoires des vertébrés qui partagent ce genre de vie et diffèrent beaucoup des colonnes soutenant au-dessus du sol le tronc des quadrupèdes. Leur corps est aussi forcément en forme de fuseau, et par ces deux traits principaux seulement, ils réalisent une apparence particulière qui semblerait devoir être considérée comme une forme propre à les caractériser. Mais cette forme est beaucoup trop générale pour mériter ce nom, et, pour peu qu'on se rappelle les profils longitudinaux et les sections transversales successives que l'on pourrait dessiner d'un cachalot, d'une baleine, d'un baleinoptère et d'un dauphin, on voit bien que seuls ces êtres particuliers méritent bien le nom de formes, parce que ce sont des réalisations actives et vivantes de l'organisation cétacée, obtenues en changeant les proportions des parties, de manière à donner à chacune un dessin précis, un contour spécial qui règle le genre de vie de l'être considéré et le différencie de ses voisins.

Cet exemple montre bien ce qu'il faut entendre par le troisième degré de l'organisation, l'organisation spécifique ou la forme. Ce degré d'organisation s'observe chez tous les êtres vivants, si simples ou si compliqués qu'ils puissent être. Tous les foraminifères n'ont point le même volume, le même contour externe, le même squelette. Il existe parmi eux un grand nombre de subdivisions secondaires dont les diverses formes ou grandes espèces se caractérisent chacune par les proportions, la figure et le nombre de leurs parties. De même se montrent les formes de cétacés signalées ci-dessus, et il ne serait pas difficile de multiplier des exemples analogues.

La forme doit, bien entendu, être toujours considérée en fonction de l'organisation à laquelle elle est attachée. Une apparence superficielle, une ressemblance, même rapprochée, ne doit jamais être considérée comme une vraie forme. Ce sont des erreurs de cette sorte qui ont beau-

coup amoindri, à tort, l'importance de la forme aux yeux de certains biologistes. Les exemples en sont nombreux et il est bon d'en rappeler quelques-uns, bien que l'erreur à laquelle ils ont donné lieu ait été rectifiée depuis longtemps. On sait qu'on a considéré le corail comme une plante, qu'à première vue une composée radiée peut être prise pour une fleur ordinaire, ses fleurs périphériques représentant les pétales, les autres les étamines et les carpelles.

Les cétacés ont été pris pour des poissons, par des observateurs superficiels, bien entendu. Une erreur plus excusable est de prendre un orvet pour un serpent. Un crocodile ressemble à un grand lézard, et c'est pourquoi on réunissait autrefois ces animaux dans le même groupe des sauriens. L'anatomie ou l'organisation indique entre eux des différences très profondes, et il en est de même de leur forme lorsqu'on la regarde d'un peu près. Sans parler des écailles qui les distinguent déjà bien, le tronc du lézard est très souple et exécute des flexions latérales très marquées dont le tronc rigide du crocodile est tout à fait incapable; la queue du premier est ronde sur la coupe, celle du second aplatie sur les côtés, etc., etc. Il faut donc pour définir la forme ne pas s'en tenir à de simples apparences mais l'établir à la fois sur les contours extérieurs exactement relevés et sur la structure interne qui les a permis et qui conditionne les modifications qu'ils peuvent subir dans le jeu de la vie.

Le troisième degré d'organisation consiste donc dans les déterminations spéciales d'êtres pourvus d'une organisation systématique donnée, et réalisées par les proportions différentes, le nombre et les autres détails des parties formant le fond de cette organisation systématique. Ces déterminations répondent à des êtres réels, plus ou moins durables sous cette forme, bien que celle-ci puisse comporter des variations plus ou moins étendues, mais qui restent toujours dans le type formel considéré. Ce sont

elles qui font l'être ce qu'il est, qui règlent son genre de vie, qui le spécifient au sens le plus large du mot, lui donnant en quelque sorte l'existence.

Les trois degrés d'organisation : protoplasmique, systématique et formelle, sont toujours réunis dans les êtres réels mais seul le troisième est représenté par des êtres concrets. Les deux premiers, quoique abstraits, sont aussi légitimes cependant que les idées de triangle et de cercle. L'organisation protoplasmique, support des fonctions élémentaires, et que l'on considère dans la théorie cellulaire comme représentant le type originel des êtres vivants, ne peut en réalité rien faire de pareil, car il n'y a pas d'organisme indépendant qui soit réduit à elle. Les protozoaires les plus simples ont déjà certaines fonctions différenciées, des mouvements propres, une manière spéciale de prendre leur nourriture, et ces déterminations fonctionnelles particulières répondent à autant d'organisations systématiques de classe.

Il en est de même pour les types d'organisation des métazoaires, même les plus supérieurs. Pour en donner une idée, indispensable à la compréhension de la systematique et des discussions sur l'origine des groupes, il importe d'insister un peu et de montrer comment se présentent les différents types d'organisation et à quel genre de vie ils répondent dans la nature.

Les organisations systématiques, formules morpho-cinétiques.

Les spécialisations fonctionnelles qui caractérisent les divers types d'organisation se manifestent surtout dans les appareils de la vie de relation. Déjà dans les protozoaires la formation d'un ectoplasme, de pseudopodes, de flagelles ou de cils en est un exemple très net. D'ailleurs la production de ces différenciations n'intéresse pas que les particules protoplasmiques irritables ou motrices, elle

exige aussi l'intervention des particules nutritives, seules capables d'engendrer les squelettes divers, si importants comme points d'appui des mouvements ou comme appareils de sustentation des corps flottants (aiguilles des radiolaires, chambres des foraminifères, etc.). En effet la formation de ces squelettes dépend de l'absorption et de l'utilisation par la nutrition de certains corps minéraux dissous dans l'eau. Il n'y a donc pas de barrière entre les fonctions de nutrition et les fonctions de relation; néanmoins, pour ce qui regarde les animaux, leurs différenciations essentielles, celles qui dominent leur organisation systématique, se rapportent avant tout à la locomotion ou au mouvement, suivi ou non du déplacement total de l'être.

Suivant que l'on trouvera dans un organisme telle ou telle disposition des appareils de relation, on aura affaire à tel embranchement, telle classe ou tel ordre. Comme, d'autre part, il existe des relations très étroites entre l'accomplissement des mouvements, la forme des parties qui se meuvent et celle de l'ensemble du corps mû, l'organisation systématique des différents types peut être représentée par autant de formules morpho-cinétiques, basées à la fois sur la forme générale du corps (rayonnée ou bilatérale, segmentée ou non, etc.) et sur la constitution des divers appareils, principalement sur ceux du mouvement, en rapport avec cette forme générale.

La formule morpho-cinétique d'un groupe nous apprend aussi les relations de celui-ci avec les autres groupes et la place qu'il occupe dans la nature puisqu'elle nous fait connaître son mode d'activité et les limites de celle-ci, données indispensables pour nous éclairer sur l'origine que l'on peut attribuer à ce groupe et sur les possibilités de transformation dont il est susceptible.

Les grandes divisions de l'organisation systématique sont représentées par les embranchements, les classes,

les ordres et les dédoublements dont chacune de ces catégories peut être l'objet. L'embranchement est la catégorie la plus large renfermant toutes les suivantes, dans l'ordre même où elles viennent d'être indiquées et qui ne doit jamais être renversé ou méconnu, sous peine de confusion ou d'erreurs très regrettables.

L'embranchement des protozoaires n'est point parfaitement comparable à ceux des métazoaires. Le caractère d'unicellularité, sur lequel il est fondé, ne suffit point en effet pour en faire un type homogène, puisqu'il s'applique en même temps à nombre de plantes ou protophytes. D'autre part, les divers types réunis sous le signe de la constitution unicellulaire diffèrent beaucoup les uns des autres par leur cycle évolutif et par la constitution de leur noyau (1). On ne peut donc donner pour ces êtres une formule morpho-cinétique unique comme on peut le faire pour les autres embranchements. Néanmoins, en s'appuyant sur leurs propriétés générales et sur leur genre de vie, on peut indiquer les relations qui les unissent aux autres êtres vivants, et leur place dans l'économie de la nature. Parce qu'ils consistent en une masse protoplasmique délicate, qui a besoin d'être suspendue dans un milieu à peu près équidense avec elle, les protozoaires sont forcément des êtres aquatiques, marins, d'eau douce ou vivant dans les milieux liquides ou semi-liquides que leur présentent d'autres organismes. Les formes terrestres sont rares ou exceptionnelles. Ils forment une grande partie de la masse des êtres flottants qui vivent dans les eaux, particulièrement dans la mer, et qui constitue le *plancton*.

Dans le plancton les protozoaires sont mélangés avec des algues unicellulaires ou pluricellulaires, des œufs et des larves d'invertébrés ou de poissons, des cœlentérés

(1) Voyez : Enriques, (P.), *La classificazione degli organismi viventi*. Bios. t. II, 1915.

flottants, certains mollusques (principalement des hétéropodes et des ptéropodes) et enfin avec les prédateurs qui se nourrissent de plancton, poissons migrateurs (harengs, sardines, etc., etc.) poursuivis eux-mêmes par d'autres poissons ou par des cétacés.

Ainsi les protozoaires et les protophytes constituent une partie fort importante du plancton et pour ainsi dire la base même de ce dernier, celle qui est le plus près de l'origine de la matière vivante, puisqu'elle comprend tant de formes à chlorophylle qui fournissent les premiers matériaux nutritifs à toutes les autres. Mais, en dehors de ce rôle capital, beaucoup de protozoaires en remplissent un autre aussi important pour l'harmonie de l'ensemble, c'est-à-dire pour l'utilisation des matériaux offerts à la vie et pour le maintien d'un état de choses qui favorise cette dernière. Ce rôle, c'est celui de fixateurs des matières minérales dissoutes dans l'eau de mer, ou de médiateurs pour le cycle que ces matières accomplissent sans cesse entre les eaux et l'écorce terrestre d'où elles viennent et à laquelle elles retournent. C'est ainsi par exemple qu'une grande quantité du calcium ou du silicium qui sont apportés à la mer par les eaux douces est fixée par les foraminifères d'une part, par les diatomées et par les radiolaires de l'autre, avant de passer, après la mort de ceux-ci, dans des dépôts qui s'ajoutent à l'écorce terrestre, qu'ils restent submergés ou qu'ils soient amenés ultérieurement au jour. Il en est de même pour une foule de corps simples ou de métaux qui sont captés par des protozoaires d'espèces déterminées, soustraits par eux à la composition moyenne de l'eau de mer et utilisés de diverses manières pour le maintien et la propagation de la vie. On trouvera dans Vernadsky (1) de nombreuses indications sur lesquelles

(1) VERNADSKY (W.), *La matière vivante et la chimie de la mer*, *Revue gén. des Sciences*, janvier 1924, et *Géochimie*. Alcan, Paris, 1924.

nous ne pouvons nous étendre mais qui font bien ressortir l'importance extraordinaire de ces êtres dans les cycles bio-chimiques qui se déroulent dans les couches superficielles du globe, dans ce que l'on a appelé la biosphère.

En même temps ces êtres inférieurs (protozoaires et protophytes) contribuent à maintenir un état des eaux compatible avec l'accomplissement et la prolifération de la vie, en faisant disparaître soit l'excès de matières minérales qui s'opposeraient au maintien de la vie sous ses multiples formes habituelles, comme on le voit dans les mers sursalées (mer Morte), soit l'excès de certains produits de décomposition des êtres vivants, qui pourraient entraîner la putridité des eaux et leur inhabitabilité.

Les genres de vie très divers des différents groupes d'unicellulaires, et les multiples façons dont ils se comportent les uns vis-à-vis des autres ou par rapport à l'équilibre des milieux où s'exerce la vie, doivent faire réfléchir sur l'erreur qui consiste à admettre la possibilité de leur formation graduelle, à partir de formes très simples, bactériennes ou autres, qui existeraient d'abord seules, puis donneraient peu à peu des formes plus compliquées, jusqu'aux métazoaires inclus. Il semble au contraire que les principales formes ont dû exister dès le début, parce qu'elles occupent des places distinctes dans l'ensemble des agents naturels formés par le êtres vivants, et qu'elles ont en quelque sorte des rôles complémentaires les unes des autres. Il faut noter en tout cas, que l'amibe dont on est si souvent parti comme de la forme originelle — parce qu'il répond bien au schéma de la cellule — est un être se nourrissant surtout des débris d'êtres qui lui sont bien supérieurs (végétaux ou animaux en décomposition, matières fécales) et qui, théoriquement, n'ont pu se former que bien après lui. On répondra peut-être qu'au début il pouvait se nourrir différemment, mais il ne faut pas oublier que sa vie sur le fond et non en pleine eau, comme pour la plupart des

autres rhizopodes, ne favorise guère la capture d'algues ou d'autres proies flottantes, que d'autre part la faible étendue de ses pseudopodes et le peu de rapidité de ses déplacements ne lui permettent pas d'aller chercher bien loin sa nourriture, de sorte qu'il paraît bien rivé, par son organisation tout entière, au genre de vie qu'il mène aujourd'hui.

L'organisation systématique des métazoaires permet de les distribuer en un certain nombre d'embranchements bien nets dont il est assez facile d'exposer la formule morpho-cinétique en rapport avec leur fonctionnement général ou leur genre de vie. Ne prétendant pas donner ici autre chose qu'un bref aperçu de la question, nous exposerons simplement les généralités concernant les embranchements des cœlentérés, des échinodermes, des vers, des arthropodes, des mollusques et des vertébrés, qui sont les principaux types admis par tout le monde. Les autres formes, qu'elles constituent des embranchements particuliers comme les spongiaires, les vermidiens et les prochordés, ou seulement des types assez différents de celui choisi comme représentant de l'embranchement étudié, comme c'est le cas pour diverses classes de vers, peuvent être rattachées par la pensée (1) aux grands embranchements indiqués ci-dessus et par conséquent peuvent être laissées de côté ici.

Le métazoaire non parasite le plus simple répond très bien à la définition de l'animal qu'avait donnée Cuvier : « un sac sensible, mobile et capable de digérer ». C'est la forme appelée plus tard par Haeckel gastraea ou animal stomacal. Elle est réalisée à peu près schématiquement chez les cœlentérés, en particulier chez les hydroïdes, les plus simples d'entre eux, et consiste en

(1) Voyez DELAGE et HÉROUARD, *Zoologie concrète*, t. V, *Les vermidiens*, p. 2.

un sac ovoïde à paroi double constituée par deux couches différentes étroitement accolées entre elles et se continuant l'une dans l'autre au niveau de l'orifice du sac conduisant dans la cavité qu'elles enclosent et qui est la cavité gastrique. La larve qui vient d'éclore constitue un ovoïde très allongé, aux deux extrémités fermées. Elle se fixe par son pôle opposé à celui qui répond au blastopore par son rôle dans la prolifération des tissus, puis forme autour du pôle libre une couronne de tentacules au centre de laquelle se creuse la bouche. Elle peut aussi bourgeonner et former une colonie rameuse dont les individus restent semblables ou se différencient quelque peu sans perdre le caractère fondamental de leur organisation.

Au début la différenciation des cellules qui composent les parois du sac est encore très peu poussée, les cellules de la couche externe à laquelle on peut donner le nom d'ectoderme, car elle répond au feuillet externe des embryons et renferme les ébauches des différenciations que ce feuillet donnera chez les autres métazoaires, sont simplement ciliées, ce qui leur suffit pour imprimer à ce petit organisme un mouvement de rotation sur lui-même et de progression en avant. Celles de l'entoderme sont plus volumineuses, granuleuses et sont capables de digérer les corps pénétrant dans la cavité gastrique. Mais ce n'est là qu'un état embryonnaire ou d'ébauche, qui se perfectionne chez l'animal dont le développement est achevé. Les cellules ectodermiques se différencient en cellules de soutien, cellules glandulaires, sensitives, nerveuses, musculaires. Les prolongements contractiles de ces dernières se placent entre l'ectoderme et l'entoderme, contre une fine lamelle de substance amorphe qui sépare ces deux feuillets et les unit étroitement en même temps. Les fibres musculaires forment ainsi des lames de fibres contractiles différemment orientées ou plissées. L'entoderme, en raison de sa situation profonde, à l'abri des

excitations directes venues de l'extérieur, présente des différenciations moins marquées. Dans l'ectoderme les cellules de même nature peuvent se rassembler en certains points et tendre à former de petits champs sensoriels ou nerveux, des lames musculaires plus compliquées, etc., mais ces ébauches d'organes ne se séparent jamais complètement du feuillet dans lequel elles ont pris naissance et restent toujours plus ou moins mélangées à d'autres cellules, de sorte qu'elles ne peuvent aboutir à former de vrais organes distincts. L'entoderme se complique par la production de plis saillants à l'intérieur de la cavité gastrique (cloisons de divers ordres) aboutissant parfois à la séparation des parties périphériques de cette cavité sous la forme de poches ou même de canaux gastro-vasculaires qui passent à l'état de diverticules gastriques chargés de distribuer au loin les produits de la digestion.

Chez les types libres le corps prend la forme médusoïde, c'est-à-dire celle d'une cloche dont la face inférieure porte presque exclusivement les muscles chargés de la locomotion, laquelle résulte de mouvements successifs de fermeture et de relâchement du bord de la cloche, qui est muni de petits boutons sensoriels assez développés chez certaines méduses. L'ectoderme qui revêt la convexité de la cloche reste simple. Il est séparé de l'entoderme digestif par une quantité plus ou moins considérable de tissu gélatineux qui n'est point encore un véritable feuillet moyen, mais simplement une hypertrophie de la lamelle séparant l'ectoderme de l'entoderme. L'absence de feuillet moyen, et surtout celle des cavités qui se développent le plus souvent dans l'épaisseur de ce dernier lorsqu'il existe, lie les mouvements de la cavité gastrique à tous les mouvements du corps nécessités par la locomotion dans les formes libres ou, dans les formes fixées, aux contractions destinées à soustraire le plus possible l'individu à certains dangers

extérieurs. Cette solidarité d'appareils aussi différents que ceux de la vie de relation et de la vie nutritive s'oppose au perfectionnement de chacun de ces appareils et rive l'organisation des cœlentérés à un état d'infériorité assez marquée.

D'autre part la symétrie rayonnée qui est celle des cœlentérés n'est guère favorable à une locomotion rapide (les animaux bons coureurs et tous les instruments de locomotion construits par l'homme ont une symétrie bilatérale). Aussi les cœlentérés, lorsqu'ils sont libres, se laissent-ils porter par les courants qu'ils ne peuvent remonter. Ils ne poursuivent point leurs proies et se contentent de les recevoir des mouvements de la mer, s'ils sont eux-mêmes fixés, ou de s'en emparer par de faibles déplacements de leur corps et par les mouvements de leurs tentacules, lorsque, libres, ils passent à côté d'elles. Leur rôle dans la nature, bien que peu actif, est cependant de grande importance. Certains d'entre eux sont de grands fixateurs de calcaire et forment des récifs importants. Ils se contentent en général de proies de petite taille, pourtant les grandes méduses peuvent s'emparer de poissons qui passent à leur portée et qu'elles paralysent à l'aide de leurs cellules urticantes. Elles sécrètent une grande quantité de mucus qui n'est pas négligeable comme nourriture de certains protozoaires planctoniques. Les cœlentérés fournissent, par les larves de presque toutes leurs espèces, par leurs formes médusoïdes et par certaines formes flottantes (siphonophores), une importante contribution au plancton.

Au delà des cœlentérés, le grand progrès de l'organisation résulte de l'apparition d'un feuillet moyen qui s'interpose aux deux précédents, donne divers tissus et se creuse le plus souvent de cavités indépendantes ou qui se réunissent en une seule, la cavité viscérale ou cœlome (du grec *coilon*, creux). La cavité viscérale sépare les deux feuillets initiaux et les individualise en

les deux grandes surfaces interne et externe du corps, le tube digestif et le tégument, formés chacun par l'épithélium du feuillet primordial auquel il se rattache (ectoderme ou entoderme), doublé par des tissus multiples issus du mésoderme (tissu épithélial, glandulaire ou endothélial, tissu conjonctif et muscles). De plus les différents organes ou appareils (systèmes nerveux, musculaire, glandulaire), qui restaient plus ou moins confondus avec l'un ou l'autre des feuillets primordiaux, grandissent, se distinguent nettement de ce qui les entoure, se séparent d'une manière plus ou moins parfaite des feuillets dans lesquels ils ont pris naissance, et forment des organes isolables qui prennent place dans la cavité viscérale ou font saillie à l'intérieur de cette dernière, recouverts par un revêtement mésodermique plus ou moins épais qui les en sépare seul.

Les divers types d'organisation systématique issus de cette intervention du feuillet moyen dépendent à la fois de la manière dont s'effectuent l'accroissement et la différenciation des feuillets embryonnaires, (ce que von Baer (1) a caractérisé sous les noms d'*evolutio radiata*, *e. contorta*, *e. gemina*, *e. bigemina*) et du comportement du feuillet moyen.

Celui-ci, issu de l'un ou de l'autre des feuillets primordiaux, comprend deux parties bien différentes : l'une (mésoderme proprement dit), disposée à la manière d'un épithélium, donne les épithéliums de revêtement de la cavité viscérale, certains épithéliums glandulaires et les muscles de la vie de relation (muscles de la paroi du corps et des divers appendices); l'autre, ou mésenchyme, donne les différents tissus conjonctifs (y compris le squelette osseux des vertébrés), les muscles viscéraux, les vaisseaux et les éléments figurés du sang (globules divers).

(1) Von Baer, *Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere*, Theil I, 1828, p. 259.

Chez les échinodermes, la larve est d'abord une gastrula dont la forme extérieure se complique par la production de lobes ou d'appendices qui lui donnent une symétrie bilatérale, confirmée par ce fait que la cavité digestive acquiert bientôt un second orifice qui devient la bouche, le blastopore donnant l'anus. Le plan mené par le tube digestif et ses deux orifices est le plan de symétrie du corps. L'ectoderme est écarté du tube digestif dont le sépare une faible quantité de mésenchyme. Bientôt apparaît le mésoderme sous la forme de deux diverticules de la cavité digestive, l'un droit, l'autre gauche, qui se détachent rapidement de leur lieu d'origine, puis s'étranglent et se divisent en deux sacs de chaque côté, un antérieur et un postérieur. La larve avait jusqu'ici un aspect bilatéral, mais les choses changent beaucoup par le développement très inégal des sacs droit et gauche. Les sacs droits s'atrophient plus ou moins complètement, l'antérieur gauche se développe au contraire et forme l'ébauche du système aquifère. Son extrémité postérieure ou dorsale vient se fixer à la peau près de l'anus et s'y ouvrir en formant le premier des canaux madréporiques qui feront communiquer ensuite le système aquifère avec l'extérieur. Son extrémité antérieure vient embrasser l'œsophage et former autour de lui un anneau sur lequel se développent en même temps les cinq canaux aquifères si caractéristiques de ces animaux.

Le système des canaux aquifères porteurs des pédicules ambulacraires, à parois bien musclées, qui constituent l'appareil locomoteur, est en même temps comme le système directeur de la forme adulte, les principaux appareils se modelant sur sa disposition, et formant des *rayons* avec plaques squelettiques spéciales, un anneau périœsophagien et des rubans nerveux ambulacraires plus ou moins confondus avec l'ectoderme, enfin des vaisseaux. Entre les rayons les parois du corps forment les *interrayons*, parties moins différenciées, et

dans lesquelles se logeront plus tard les glandes génitales. Ainsi, par une sorte de bourgeonnement dirigé par celui des canaux aquifères, et en n'empruntant qu'une partie des téguments primitifs de la larve, le corps se dispose suivant le mode rayonné et, tout en gardant au fond ce type essentiel, revêt les formes connues (astéries, oursins, crinoïdes, holothuries),

La diversité de la forme extérieure de ces êtres montre bien qu'il ne peut être question de forme, au sens précis du mot, dans l'organisation systématique des échinodermes, mais seulement d'un plan général de constitution commun à tous. La cavité viscérale formée par le développement du sac postérieur gauche se poursuit jusque sous l'enveloppe externe formée par l'épithélium ectodermique, doublé en dedans par une lame assez épaisse de mésenchyme dans laquelle se développe le squelette calcaire. Cette évolution, qui est presque une métamorphose, a reçu de von Baer le nom d'évolution radiée. Nous verrons plus loin ce que l'on peut y trouver de général et de comparable à l'évolution des autres invertébrés, c'est à savoir sa bilatéralité primitive autour de la cavité digestive comme centre. Quoi qu'il en soit, elle donne un exemple très frappant de l'influence du mésoderme sur la constitution du corps, et, ici, la symétrie rayonnée de celui-ci dépend, comme on l'a vu, du développement du sac mésodermique gauche.

Cette symétrie est très peu favorable à la locomotion, qui, bien qu'elle se présente avec un développement plus parfait chez les astéries et chez les holothuries, reste cependant fort réduite. A cause de cela les échinodermes sont des animaux qui se nourrissent de proies minimes. Seules les astéries attaquent des êtres qui leur sont supérieurs (lamellibranches) et peuvent les digérer en déversant sur eux leur estomac à travers les valves entr'ouvertes de la coquille. Les oursins se nourrissent d'algues calcaires qu'ils raclent sur les rochers au moyen

de leurs dents. Les spatangues et les holothuries ingèrent de la vase riche en protozoaires ou en débris organiques, les crinoïdes engloutissent les animalcules microscopiques ou de très petite taille apportés par les courants et qu'ils rassemblent à l'aide des fins appendices de leurs bras.

Les échinodermes sont de grands fixateurs de calcaire, et des producteurs importants de plancton par les larves innombrables qu'ils émettent pendant une assez grande partie de l'année.

Les annélides, que l'on peut prendre comme modèle des vers segmentés, ont une larve gastrula renflée au-dessus de son équateur et en forme de toupie, d'où son nom de larve trochophore. Elle porte à son équateur un puissant anneau cilié au-dessous duquel s'ouvre le blastopore qui va devenir la bouche, tandis que l'anus, néoformé, apparaît à l'extrémité postérieure, effilée, de la larve. Un sillon ectodermique cilié s'étend entre la bouche et l'anus et marque la ligne médiane ventrale le long de laquelle va se former la chaîne ganglionnaire nerveuse. Le tube digestif est séparé de l'ectoderme par une certaine quantité de mésenchyme plus ou moins lacunaire. Le mésoderme présente une disposition qui peut servir de schéma pour tous les invertébrés segmentés. Il naît, sous la forme de deux bandelettes mésodermiques d'abord pleines, à l'extrémité postérieure de la larve, du côté ventral, par une zone de prolifération qu'il partage avec l'ébauche de la chaîne ganglionnaire, et s'accroît en même temps que cette dernière jusqu'à ce que la longueur de l'animal ou mieux le nombre des segments soit atteint. Ceux-ci s'accroissent ensuite individuellement.

Les bandelettes mésodermiques se segmentent d'avant en arrière en masses cubiques paires, disposées au-dessous et sur les côtés de l'intestin, les *somites*, ainsi appelés parce qu'ils donnent les segments considérés comme

les éléments de constitution du corps ou soma. Les deux somites d'une même paire, qui se sont creusés d'une cavité cœlomique, se développent de manière à venir se rejoindre l'un à l'autre au-dessus et au-dessous de l'intestin, formant ainsi autour de lui un anneau complet qui donne les muscles du corps, le revêtement de la partie correspondante de la cavité viscérale et ses dépendances (tubes rénaux et organes génitaux) en même temps qu'ils s'expriment sur le tégument par la formation d'anneaux qui ont valu à ces animaux leur nom d'annelés. Chaque anneau est un tout complet contenant un segment du tube digestif, un segment de la cavité viscérale avec les formations segmentaires qui s'y rattachent, une paire de ganglions nerveux, une paire d'appendices latéraux, les parapodes, plus ou moins compliqués, et comprenant d'habitude une rame dorsale et une rame ventrale.

Ainsi la segmentation du mésoderme retentit sur l'anatomie tout entière de ces êtres et caractérise leur organisation qui mérite le nom de segmentée ou de métamérique. Cette segmentation s'étend de l'anus à la bouche. En avant de celle-ci l'extrémité antérieure de la trochophore ou lobe préoral, non segmentée, mais pourvue d'un appareil nerveux bien développé, va former l'extrémité craniale avec ses ganglions cérébroïdes qui s'unissent par des connectifs à la chaîne ventrale en formant un anneau nerveux périœsophagien. Le lobe préoral fournit aussi des tentacules sensoriels et, éventuellement, des yeux dont certaines formes peuvent aussi se rencontrer sur divers segments du corps. L'ectoderme sécrète une lame de chitine, plus épaisse dans l'étendue de chaque anneau, plus mince dans les étranglements qui les séparent. Le squelette externe ainsi formé constitue l'appareil de soutien et de résistance du corps, complété par quelques soies ou quelques acicules chitineuses qui s'enfoncent plus ou moins dans les parapodes, et sont de même nature

que lui. Par suite le mésenchyme, qui donnait chez les échinodermes la matrice du squelette calcaire, est beaucoup plus réduit chez les annélides. Les formations conjonctives ne sont guère représentées que par des lames basales ou vitrées et par des cellules nutritives de différentes sortes. Dans cette organisation l'intestin reste le centre sur lequel s'ordonne le développement qui s'effectue du ventre au dos, suivant le mode d'accroissement des somites. C'est le mode d'évolution appelé par von Baer bilatérale (*gemina*), mais qu'il vaut mieux appeler bilatérale unipolaire, parce que l'accroissement se fait dans un seul sens, ou vers un seul pôle, le pôle dorsal, contrairement à ce qui se passera chez les vertébrés.

L'organisation de ces vers est construite sur le type de la symétrie bilatérale dans lequel tous les segments ont la même valeur et se comportent de même au point de vue de la locomotion. Celle-ci s'effectue par des mouvements latéraux se poursuivant d'anneau en anneau par la contraction alternative des muscles des deux parois droite et gauche. Ce mode de progression se rapproche beaucoup de la reptation, il est peu rapide et s'emploie surtout pour faire avancer les individus dans la vase, dans des fentes, ou même en pleine eau, car certains annélides sont adaptés à la vie de surface en haute mer et se mêlent au plancton.

Les annélides sont des êtres de petite taille qui se nourrissent de vase riche en matières organiques ou de petits animaux du plancton ou du fond de la mer. En tant que limivores ils contribuent à maintenir la pureté organique des eaux permettant le maintien de la vie. Ils fournissent une importante partie du plancton par leurs larves et, devenus adultes, ils constituent une des proies favorites des poissons de fond.

L'organogenèse des arthropodes offre de nombreuses ressemblances avec celle des annélides. L'embryon

possède une bandelette germinative ventrale qui donne d'arrière en avant la chaîne ganglionnaire ventrale et les somites dont le développement s'effectue du ventre au dos, suivant le mode d'évolution bilatérale unipolaire, mais d'une manière encore plus marquée que chez les annélides, car elle s'exprime à la fois dans le développement des somites et dans la différenciation histologique des feuillets primordiaux, ectoderme et entoderme, qui s'effectue dans le même sens, et simultanément avec celle des somites (1). Intérieurement ceux-ci ne gardent point aussi bien leur individualité que chez les vers et la cavité viscérale n'est pas composée de chambres consécutives semblables, mais de cavités irrégulières, communiquant entre elles, et qui donnent place aux divers organes des appareils digestif et génital. En revanche la structure segmentaire est admirablement conservée à l'extérieur, soit dans les anneaux distincts qui constituent toujours une partie importante du corps, soit sur les appendices qui permettent de la reconnaître là où elle est effacée par la fusion des téguments d'un certain nombre de segments soudés de manière à former une région particulière : tête, thorax, céphalo-thorax, etc. Cette fusion ne porte que sur le tégument qui forme le vrai squelette et qui permet ainsi de faire des pièces immobiles sur lesquelles s'appuient les parties demeurées sous forme d'anneaux et surtout les appendices chargés des diverses fonctions : manducatrices, ambulatoires, respiratoires, génitales.

Le squelette externe chitineux, très puissant, et qui peut se charger de calcaire chez certaines espèces aquatiques, se substitue entièrement dans les fonctions de soutien au tissu conjonctif dont la substance fondamentale est très réduite, tandis que ses cellules grandissent et deviennent

(1) Pour plus de détails sur ces processus et sur l'opposition des divers modes d'évolution, voyez *Membres et ceint.*, p. 556-566.

les gros éléments connus sous le nom de cellules adipeuses. La possession de cette carapace chitineuse, en donnant à ces animaux un appareil de soutien très solide, leur a permis d'abandonner la vie aquatique indispensable aux animaux faits de tissus mous et délicats, qui trouvent dans l'équidensité de ce milieu avec leurs tissus un moyen de support et de protection. Trois classes d'arthropodes sont devenues terrestres. Tous sont des prédateurs insignes ou, tout au moins, à cause de leur petite taille, ce sont des rongeurs infatigables toujours en train de dévorer des corps organisés, animaux ou végétaux, vivants ou morts, ou leurs débris. Ce sont des transformateurs de matière qui jouent un grand rôle dans le cycle de la matière vivante, en utilisant très rapidement ses débris (destruction du bois mort, etc., etc.) et en fournissant eux-mêmes une abondante provision de matière aux petits carnivores terrestres pour lesquels ils sont en quelque sorte ce qu'est le plancton pour les animaux marins. Certains, adaptant leurs membres manducateurs à la forme de stylets et de trompes, deviennent des parasites externes suçant les liquides des animaux ou des végétaux sur lesquels ils vivent.

Les mollusques sont aussi des bilatéraux, mais le comportement du feuillet moyen est chez eux tout à fait différent de celui des formes précédentes et donne à leur organisation un cachet spécial. La larve libre, lorsqu'elle existe, rappelle la trochophore, mais le mésoderme épithélial est très réduit et ne forme jamais de vrais segments consécutifs. Il constitue de petits sacs qui se placent du côté dorsal de l'intestin et se divisent en deux ou trois portions considérées parfois comme correspondant chacune à un somite et qui donnent la cavité péricardique, les tubes rénaux, les glandes génitales, parties fort peu développées dans la larve, tandis que le mésenchyme, abondant et riche en substance fonda-

mentale, occupe la majeure partie du corps et notamment les excroissances locales de la trochophore qui vont former la tête, le pied et le manteau. C'est lui qui donne les muscles distribués suivant la forme du corps, liée elle-même aux adaptations particulières de la tête, du pied ou du manteau. Le système nerveux est représenté par des ganglions cérébroïdes ou sus-œsophagiens, des ganglions pédieux, sous-œsophagiens, et des ganglions pleuraux placés dorsalement sur les côtés de l'œsophage. Ces trois ganglions sont reliés entre eux à droite et à gauche par des commissures transversales et ceux du même côté sont unis par des connectifs latéraux dessinant avec eux, de chaque côté, un triangle. De plus les ganglions pleuraux émettent chacun un rameau dirigé en arrière et du côté ventral et qui s'unit à celui du côté opposé en formant une anse qui se ferme sous l'intestin et qui porte sur sa longueur un ou plusieurs ganglions viscéraux. Après un développement initial bilatéral la masse viscérale subit, chez la plupart des mollusques, une torsion qui retentit profondément sur la distribution de leurs ganglions viscéraux et sur toute leur organisation qui devient plus ou moins asymétrique et enroulée *(evolutio contorta)*.

Les mollusques sont des bilatéraux mésenchymateux, dont la symétrie du corps, dans sa partie locomotrice tout au moins, reste bilatérale tandis qu'elle est profondément modifiée dans sa partie viscérale. Ce sont des rongeurs infatigables, vivant dans les eaux, comme les arthropodes sont essentiellement des rongeurs terrestres. Ils sont généralement de petite taille, ceux qui acquièrent un volume considérable, comme certains céphalopodes, doivent à leur vie aquatique, et au soutien que la densité de l'eau de mer leur apporte, le pouvoir de réaliser ces grandes dimensions. Mais même ces grandes espèces ne peuvent avaler que des proies finement déchiquetées par leur bec et leur langue râpeuse, l'étroitesse de leur collier

œsophagien s'opposant à l'engloutissement de fragments volumineux.

L'abondance chez les mollusques du mésenchyme, tissu qui exige pour sa constitution une grande quantité d'eau, est probablement la raison de leur vie principalement aquatique. Les formes terrestres sont rares en types et de petite taille. Les mollusques sont aussi de grands fixateurs de calcaire qu'ils emploient à la fabrication de leurs coquilles sécrétées par l'épithélium tégumentaire. Certains d'entre eux, les lamellibranches, filtrent dans leurs branchies l'eau de mer et retiennent pour leur nourriture les individus microscopiques ou les débris organiques qu'ils peuvent ainsi récolter. Ils contribuent largement à la formation du plancton par leurs larves et par quelques-unes de leurs espèces (ptéropodes, hétéropodes, etc.)

Dans tous les types étudiés jusqu'ici, le développement des feuillets n'est guère qu'une simple différenciation de ces derniers qui suivent d'assez près le contour de l'œuf ou de la larve qui lui succède, sans que les ébauches des principaux appareils aient à subir des transferts ou des déplacements bien importants. L'organisation se constitue en quelque sorte autour de l'intestin pris pour centre et l'accroissement et la différenciation des parties s'effectuent suivant le mode bilatéral unipolaire.

Chez les vertébrés le développement va prendre une marche tout autre et, tout en restant bilatéral, va s'opérer dans deux directions diamétralement opposées, suivant le type bipolaire *(ev. bigemina)*. En effet, de très bonne heure, dans les trois feuillets étalés à la surface de l'œuf on distingue, sur la ligne médiane de l'aire embryonnaire destinée à former le corps de l'embryon, une tige cylindrique paraissant appartenir au domaine du feuillet moyen, mais d'origine entodermique, rattachée en arrière au blastopore ou à ce qui le représente, et courant en

avant de lui, entre l'ectoderme et l'entoderme. C'est la chorde dorsale, axe de la future colonne vertébrale. Au-dessus de la chorde dorsale l'ectoderme se relève de part et d'autre de celle-ci en deux replis longitudinaux qui ne tardent pas à se rejoindre l'un à l'autre en dessus, formant à la fois le tube neural, ébauche du système nerveux central (cerveau et moelle) — placé ainsi entièrement au-dessus de l'entoderme et devenu absolument indépendant de lui, c'est-à-dire n'étant plus obligé d'embrasser l'œsophage qui en dérivera plus tard — et l'ectoderme du dos qui recouvre le tube neural lorsque celui-ci s'est fermé.

Le mésoderme se divise en deux parties : l'une dorsale ou rachidienne qui suit le tube nerveux au-dessus de la chorde et se segmente ultérieurement en protovertèbres, généralement comparées aux somites, mais qui en diffèrent en ce qu'elles ne correspondent pas à la totalité du feuillet moyen mais seulement à sa portion dorsale, sa portion ventrale formant une lame plate continue, comprise entre les deux autres feuillets, la lame latérale. Celle-ci, qui est absolument propre aux vertébrés, va se cliver par un plan parallèle à sa surface en deux lames, l'une, supérieure, qui s'accolera à l'ectoderme pour former avec lui la paroi primitive des flancs dans laquelle végéteront plus tard les muscles, les nerfs et les parties squelettiques nés des ébauches correspondantes de la moitié sus-chordale de l'embryon; l'autre, inférieure, qui s'accolera à l'entoderme pour fournir sa musculature et son revêtement péritonéal. Entre les deux se développe une vaste cavité générale. Plus tard la moitié ventrale (sous-chordale) de l'embryon se refermera en dessous comme l'a fait la gouttière médullaire en dessus, entraînant l'achèvement de l'intestin, des parois ventrales et la séparation de l'embryon d'avec le reste des feuillets étalés sur le globe de l'œuf et qui formera les annexes temporaires de l'embryon (vésicule ombilicale, allantoïde, amnios, chorion, s'il y a lieu).

Le corps est ainsi divisé par la chorde en deux moitiés superposées : une dorsale (*épisome*) qui renferme les parois du dos, le système nerveux central avec les ganglions spinaux et les origines des nerfs, les muscles dorsaux, la moitié dorsale de la colonne vertébrale; l'autre ventrale (*hyposome*) avec la moitié ventrale de la colonne vertébrale (côtes et partie ventrale des corps des vertèbres), l'intestin, la cavité viscérale et les divers organes qui y sont contenus, enfin les parois latéro-ventrales. La métamérie, d'abord réservée à la partie dorsale, s'étend secondairement à la ventrale, par prolifération des protovertèbres dans le mésenchyme fibro-cutané, ce qui donne à l'ensemble une apparence de segmentation totale assez rapprochée de celle des invertébrés, mais bien différente en réalité lorsqu'on connaît son véritable développement qui, d'une part se limite à la portion dorsale du mésoderme, d'autre part ne s'étend dans sa partie ventrale qu'assez tard, lorsque des déplacements importants ont pu se produire, entraînant certaines protovertèbres bien loin de la tranche de la lame latérale à laquelle elles correspondaient tout d'abord. Par ces glissements et les transferts qui en résultent, la métamérie des vertébrés prend des caractères qu'elle n'a pas chez les invertébrés et l'organisation subit des modifications profondes qui la distinguent nettement de celle des autres bilatéraux segmentés. En même temps le développement du squelette cartilagineux et osseux et la multiplicité des variétés du tissu conjonctif donnent à l'organisation vertébrale des caractères qui ne se retrouvent nulle part ailleurs.

L'évolution bilatérale bipolaire des vertébrés aboutit donc à leur donner une organisation très particulière, dans laquelle le système nerveux central, absolument libéré de connexions prochaines avec l'entoderme et le tube digestif, est placé en dessus de la colonne vertébrale qui lui fournit un squelette protecteur. La colonne

formée par la série des corps vertébraux est l'axe du squelette interne, au-dessus duquel se placent les appareils de relation (système nerveux et muscles vertébraux), tandis que les appareils de la vie végétative sont placés en dessous de la colonne, dans une vaste cavité viscérale qui permet leur ampliation et les mouvements qui leur sont nécessaires. Le corps, construit sur un plan de symétrie bilatérale, présente une extrémité antérieure directrice parce que pourvue des principaux organes des sens, un tronc, une extrémité postérieure motrice par les mouvements latéraux alternatifs que les muscles lui impriment. Chez les plus simples, ces mouvements amplifiés par la largeur et le développement de la nageoire caudale, suffisent presque entièrement à la locomotion, d'où le peu de développement des membres latéraux ou nageoires, qui ne sont que des instruments de manœuvre surajoutés, et qui par suite n'exigent qu'une musculature peu développée, laissant la plus grande place à la musculature du tronc, et n'apportant que peu de modifications à la forme générale, en ovoïde à gros bout avant, que présente le corps dans ce type de symétrie. Chez tous les vertébrés à membres faits de segments distincts, angulairement articulés les uns sur les autres, ces membres qui, originellement, dérivent des mêmes ébauches que les nageoires (ébauches propres aux seuls vertébrés), prennent une importance capitale dans la locomotion. Leurs muscles, nés de la portion ventrale bourgeonnée par les protovertèbres, recouvrent et masquent plus ou moins les muscles dorsaux, la colonne vertébrale ne sert plus guère directement à la progression et devient la pièce maîtresse de charpente soutenant les viscères et supportée par les membres.

L'organisation vertébrale, par le grand développement du système nerveux qu'elle comporte, par la perfection de la motilité assurée par la nature histologique des muscles et par la complexité du squelette, par une nutrition

très développée reposant sur des viscères puissants et compliqués, constitue le type le plus élevé d'organisation bilatérale, merveilleusement doué pour la locomotion, la recherche et la capture des proies, toutes choses qui font de ces animaux les maîtres incontestés des autres formes vivantes qui semblent toutes destinées à leur service. Il ne faut pas oublier cependant qu'ils fournissent aussi, par leur masse, une importante contribution au cycle de la matière, leur corps devenant la proie de certains d'entre eux pendant leur vie et d'un bien plus grand nombre de formes inférieures après leur mort.

Ce bref exposé des traits essentiels de l'organisation des principaux embranchements fait bien voir, comme nous l'avons déjà indiqué, l'importance du mode d'accroissement et de différenciation des feuillets (les divers modes d'évolution de von Baer), et du comportement du feuillet moyen chargé de fournir la musculature. En même temps il montre combien il est difficile de relier ces types les uns avec les autres par de simples transformations dues au fonctionnement et à ses conséquences. Comment le développement des sacs cœlomiques d'un échinoderme pourrait-il dériver du fonctionnement de ceux d'un ver plus simple? Comment le fonctionnement a-t-il pu déterminer la transformation de la bandelette mésodermique en somites? Quel fonctionnement a pu amener le mésoderme des vertébrés à se diviser en protovertèbres, dorsales, et en une plaque latérale ventrale? Ce sont là des difficultés insurmontables, et dont on n'a pas assez tenu compte dans les constructions, souvent très ingénieuses, que l'on a imaginées pour passer d'un organisme à un autre.

Ainsi dans ses remarquables essais sur la phylogenèse des échinodermes (1), Bather, qui représente avec tant de

(1) Voyez Delage et Hérouard, *Zoologie concrète, les échinodermes*, t. III, p. 432 et suiv.

soin les différentes parties des larves, envisage surtout leur contour, sans bien se préoccuper de leur constitution histologique et de leur fonctionnement. Que serait devenue, par exemple, la couche musculaire du ver ancestral pendant les changements de son cœlome qui prend une importance démesurée à côté de celle qu'il avait tout d'abord?

Houssay (1), lorsqu'il veut faire naître un poisson d'une sorte de planaire, ne songe pas qu'il ne peut se former qu'avec une locomotion assez active, seule capable de développer ses nageoires et que les planaires ne peuvent donner un effort pareil.

Delage (2) représente le type morphologique des échinodermes comme formé de deux troncs de pyramide accolés par leur grande base, sans prendre garde que la troncature répondant à la face orale serait beaucoup trop restreinte pour permettre à l'animal de reposer sur le fond et de s'y servir de ses pieds ambulacraires. Un être semblable ne pourrait ni se tenir, ni se mouvoir.

Tout récemment, J. Barrois (3), essayant de tirer le type vertébré d'un échinoderme, fait une série de savantes reconstructions dans lesquelles il pense trouver l'arrangement des somites du vertébré futur et la constitution d'une sorte de têtard qui en serait le modèle. Mais la définition qu'il donne de ce dernier, « un tube digestif surmonté d'un tube nerveux et compris entre deux chaînes de myosomites », et dans laquelle il oublie la chorde dorsale, montre combien ces sortes de spécula-

(1) Houssay, (F.). *Forme, puissance et stabilité des poissons*. Collect. morphol, dynamique. A. Hermann. Paris, 1911.

(2) Delage, (Y.). et Hérouard. (G.). *Zoologie concrète. Les échinodermes*, t. III. pl. 1.

(3) Barrois (J.), *Les enchaînements du développement échinodermien et la question de l'origine des vertébrés*. *Rev. scientif.*, 28 août 1928. La citation qui en est rapportée est empruntée à la p. 494. col. 1.

tions manquent de bases physiologiques sans lesquelles elles ne peuvent aboutir à aucun résultat.

C'est l'oubli de ce côté capital de la question qui a si souvent conduit à des reconstitutions inexactes, non seulement dans les spéculations purement théoriques de la phylogenèse, mais dans les reconstructions des vertébrés fossiles, comme je l'ai montré ailleurs (1). Celles-ci, pourtant, auraient pu s'appuyer sur des bases beaucoup plus solides que les précédentes, si l'on avait pris soin d'étudier préalablement le fonctionnement des membres et les bornes qu'il impose à certaines spéculations.

Après les détails donnés dans ce chapitre, il sera facile d'examiner les preuves morphologiques du transformisme invoquées par les auteurs. Ces preuves convergent toutes vers l'idée d'unité de composition, comme disait Ét. Geoffroy Saint-Hilaire. Mais, pour éviter les redites et pour mettre un peu d'ordre dans un sujet aussi touffu, il sera bon de le diviser et d'envisager cette unité dans trois domaines distincts : l'unité de composition élémentaire ou cellulaire; l'unité de composition anatomique ou des organes et des appareils; l'unité de développement, ou la loi de répétition ancestrale au cours du développement embryonnaire.

C'est ce que nous allons faire dans les trois chapitres suivants.

(1) *Membres et ceint.*, p. 585-592.

CHAPITRE III

L'UNITÉ DE COMPOSITION ÉLÉMENTAIRE OU CELLULAIRE

La théorie cellulaire parut fournir la preuve, vainement cherchée jusqu'à elle, de l'unité de composition des êtres vivants. Si les protozoaires répondent chacun à une cellule, tout métazoaire commençant par une cellule, l'œuf, et s'achevant par la réunion d'un nombre plus ou moins grand de cellules, il est évident que, sur le plan cellulaire, l'unité du règne animal est incontestable et que tous les êtres vivants peuvent dériver d'une cellule unique, vivant d'abord isolée, et dont les descendants se seraient agrégés de diverses manières en se différenciant.

Mais l'idée de cellule se confond-elle avec celle d'organisme? Peut-on admettre que la cellule telle que nous nous la représentons, d'après l'étude comparative approfondie qui en a été faite, est capable de vivre d'une manière indépendante, de se maintenlr et de se reproduire comme le fait tout organisme vrai?

Nous avons vu, précédemment, que la cellule type répond à une petite masse de protoplasme individualisée par un noyau, que nous retrouvons partout chez les êtres vivants, seule, ou plus ou moins répétée. Mais nous avons vu aussi que ces masses nucléo-protoplasmiques, réduites à l'organisation générale qui leur est commune, sont incapables de constituer un organisme même très simple et que, pour le faire, elles doivent se pourvoir en outre de parties supplémentaires trop variées pour pou-

voir être comprises dans la définition générale de la cellule. Ceci nous a conduit à refuser à la cellule la valeur d'unité biologique élémentaire, et à contester par là même son rôle de premier modèle, de forme initiale des organismes.

Déjà l'histologiste français Ch. Robin s'était élevé contre l'erreur qui confond cellules et organismes. « L'homme, le chêne, le cheval, *Protococcus*, un œuf, un bulbille, sont des organismes simples ou composés, mais un spermatozoïde, une fibre musculaire, un tube nerveux, une cellule épithéliale, ne sont pas des organismes; c'est par métaphore qu'on leur étend ce terme d'organisme » (1). Ch. Robin avait parfaitement raison; les cellules d'un être pluricellulaire ne sont que des parties d'un organisme, et si, tant qu'elles font partie de ce dernier, elles paraissent se comporter comme des organismes indépendants puisqu'elles sont capables de se nourrir et, pour la plupart, de se multiplier en donnant des cellules qui leur ressemblent, il ne faut pas oublier qu'explantées, sorties de cet organisme, elles ne se comportent plus comme des êtres indépendants.

C'est ce que nous ont appris les cultures cellulaires, si longuement étudiées déjà. Mais, comme ces cultures ont donné lieu à des interprétations contradictoires, il sera bon de les examiner d'un peu près.

En réalité il n'y a pas de vraies cultures cellulaires. Une culture c'est la multiplication par les soins de l'homme d'un organisme dont il favorise la vie et la reproduction. Mais cela ne peut se dire que d'un organisme, c'est-à-dire d'un être vivant, qui, abandonné dans le monde, est capable de vivre par lui-même, de se maintenir, de subvenir à ses propres besoins et notamment à sa multiplication. C'est le cas des microbes, dont la cul-

(1) Ch. Robin, *Dictionnaire de Dechambre*, t. XVII, 1882, article *Organe*, p. 468.

ture, si facile, a contribué sans doute à la confusion faite à propos des prétendues cultures cellulaires. Un microbe est un organisme qui vit dans le monde extérieur si les circonstances lui sont favorables, s'enkyste et se met à l'abri si elles ne le sont pas, pour profiter ensuite du moment propice, se libérer de son enveloppe et vivre librement de nouveau.

Si on lui fournit des milieux appropriés sa multiplication devient intense. C'est bien là une véritable culture, le plus souvent très aisée, à cause de la petitesse de l'organisme cultivé et de la facilité de lui fournir abondamment le nécessaire en le protégeant en même temps contre ses ennemis.

Les cultures cellulaires sont tout autre chose. Il faut prendre des fragments d'organes ou de tissus d'embryons jeunes, les déposer dans un verre approprié sur du plasma fourni par un animal de même espèce et qui devient le milieu dans lequel les cellules vont reposer, s'étendre et se multiplier. Il faut mettre le tout à une température constante, dans une étuve; assurer un apport d'air dépouillé de tous germes; laver la culture de temps à autre pour la débarrasser des produits excrétés; il faut enfin lui donner des aliments, fournis par le suc extrait d'autres embryons, ce que Carrel a appelé des *tréphones,* car la plupart des éléments cultivés sont absolument incapables de se nourrir aux dépens du milieu organique (plasma) qui leur est offert. En un mot ces prétendues cultures demandent une longue série de soins et de précautions. Il faut prendre comme sujets des portions d'embryons, qui n'étant point encore soumises à des connexions vasculaires et nerveuses complètement établies comme elles le sont chez les adultes, subissent du fait de leur explantation un choc moindre que celui qu'elles devraient supporter si on les prenait chez l'adulte et qui alors pourrait entraîner leur mort. De plus il faut assurer à ces cellules tout ce dont elles

ont besoin et qu'elles étaient accoutumées de trouver dans l'organisme dont elles faisaient partie : milieu organique, chaleur, oxygène, moyens d'excrétion et même nourriture préparée. Nous sommes déjà bien loin d'une véritable culture, mais ce n'est pas tout.

Les cellules ainsi cultivées perdent leur forme et le commencement de différenciation qu'elles pouvaient déjà avoir subi. Elles se dédifférencient et forment simplement des corps irréguliers aplatis à la surface du plasma. A la vérité le mot de dédifférenciation prête un peu à la critique; les cellules cultivées ne reviennent pas toutes à l'état embryonnaire et à la forme de corps purement protoplasmiques dans le sens accepté ci-dessus. Ainsi les cellules cardiaques embryonnaires gardent la propriété de se contracter, mais il faut penser que ces cellules musculaires sont les seules qui puissent se contracter sans prendre appui sur des fibres connectives, comme le font partout ailleurs les cellules musculaires y compris les fibres cardiaques, à un stade plus avancé. Par conséquent, au moment où elles sont explantées, les cellules cardiaques ne rencontrent pas, dans le plasma coagulé qui les supporte, des conditions bien différentes de celles qu'elles trouvaient dans l'embryon lui-même, de sorte qu'il n'y a rien d'étonnant à ce qu'elles demeurent à l'état où elles se trouvaient. On a aussi cultivé des cellules nerveuses embryonnaires et on leur a vu pousser leurs prolongements, accroître leur cylindraxe. Mais les choses ne vont pas plus loin. Quant aux cellules épithéliales ou conjonctives, si elles ne se dédifférencient pas complètement, elles perdent en tout cas leurs caractères propres. Les cellules conjonctives restent à l'état de corps étoilés à prolongements ramifiés, il ne se produit qu'exceptionnellement autour d'elles des fibres conjonctives, et elles-mêmes ne revêtent pas les différentes formes : adipeuse, cartilagineuse, osseuse qu'elles sont susceptibles de prendre à l'état normal. Les cellules épithéliales

gardent une forme plus régulière, polygonale, aplatie, mais non étoilée, mais elles perdent leurs caractères spéciaux, elles ne sécrètent plus les produits qu'elles donnaient d'habitude. Elles peuvent il est vrai se grouper en sphères, être enveloppées par les cellules conjonctives si les cultures permettent la coexistence de ces deux variétés cellulaires, mais en dehors de la thyroïde embryonnaire qui peut donner des vésicules épithéliales renfermant de la matière colloïde (Eberling), ces tentatives de groupement n'aboutissent jamais à former des organes définis et durables.

Les cellules cultivées se multiplient, il est vrai, par division indirecte ou caryocinèse et si, enlevant un fragment de la culture on le transporte sur un nouveau milieu il peut continuer à vivre et à se multiplier indéfiniment. Carrel et ses collaborateurs conservent ainsi les descendants d'une culture depuis près de seize ans, et la masse cellulaire produite par cette culture dépasse de beaucoup celle qu'aurait atteint l'organisme auquel elle fut empruntée.

Mais malgré cette durée, et cette multiplication si remarquable, peut-on parler vraiment de cultures d'organismes? Je ne le crois pas. Les cellules cultivées perdent en effet à la fois leur spécificité propre, et la spécificité de l'organisme auquel elles appartenaient. A vrai dire le terme « spécificité cellulaire » est impropre, et les cellules les plus différentes n'atteignent jamais la valeur d'espèces puisqu'elles ne sont point des organismes distincts se continuant comme tels. Comme elles ne sont que des parties d'un organisme elles n'ont pas d'autre spécificité que celle de celui-ci, laquelle est indubitable et expérimentalement prouvée par l'impossibilité de réussir de vraies greffes animales avec des individus d'espèce différente. Cette réserve faite, on peut cependant regarder comme spécifique ou mieux comme propre à chacune d'elles, l'ensemble des traits qui caractérisent les cellules des

divers organes et permettent de les reconnaître. Or, bien que quelques traces de la nature primitive de ces cellules puissent se reconnaître encore dans les cultures (forme polygonale des cellules épithéliales, forme étoilée des cellules conjonctives, etc.), il est bien évident que les cellules cultivées ne reconstituent jamais l'ensemble des caractères et des propriétés de la catégorie cellulaire dont elles faisaient partie. Par conséquent, et toutes les réserves précédentes maintenues sur la spécificité cellulaire, on peut dire qu'elles ont perdu toute trace de celle-ci.

Enfin, qu'elles soient incapables de reconstituer l'organisme auquel elles ont été empruntées est si visible et si hors de discussion qu'il n'est pas besoin d'insister. Les cellules ne sont donc point des organismes vrais, puisqu'elles sont incapables, par leur seule activité, de se continuer avec leur forme et leurs propriétés.

On peut même aller plus loin et soutenir que le mot de vie convient mal pour représenter ce qui se passe dans les cultures. Ce mot en effet signifie une activité propre maintenant par elle-même et sans autres concours que celui des conditions générales de vie répandues diffusément dans le monde, le corps qui en est pourvu. Il ne faut pas s'en laisser imposer par la forme, apparemment cellulaire, des corps cultivés et regarder chaque étoile conjonctive ou chaque polygone épithélial comme un être distinct, car qu'est-ce qu'un être sans spécificité et sans pouvoir de se maintenir et de se reproduire par lui-même? Et de plus cette forme n'est-elle pas simplement une condition imposée à la masse en accroissement? Nourrie de sucs qui lui sont apportés du dehors, cette masse n'a-t-elle pas avantage à être divisée en parcelles à surface étendue, entre lesquelles les liquides nourriciers se répandront aisément alors qu'ils ne pourraient pénétrer dans une masse continue dont l'accroissement s'arrêterait par là même.

Pour toutes ces raisons il importe de distinguer soigneu-

sement la vie des prétendues cultures cellulaires de la vie véritable. Elle ne consiste pas, en effet, dans cet ensemble indissoluble de fonctions dont parle W. Roux, réunies dans un corps qui dure par lui-même et se reproduit, mais dans la conservation précaire et temporaire d'une partie seulement de ces fonctions, c'est-à-dire des fonctions nutritives. Et cette conservation n'est même pas le fait de la substance cultivée, car abandonnée à elle-même celle-ci ne tarderait pas à mourir et à se détruire. Incapable de se procurer elle-même les matériaux ou les concours dont elle a besoin, elle dépend entièrement de l'homme qui, connaissant les conditions élémentaires de la vie, les réalise lui-même, les réunit dans les proportions convenables, et les apporte à ce protoplasma, antérieurement vivant parce qu'il faisait partie d'un véritable organisme, dont il a pu l'extraire sans entraîner de chocs capables de s'opposer à la continuation des phénomènes amorcés en lui. Mais ces phénomènes ne répondent point complètement à ceux de la vie, il leur manque cet automatisme et cette convergence avec d'autres phénomènes que signale Roux; le protoplasme ne peut employer une nourriture quelconque, il doit la recevoir préparée (tréphones), il ne produit pas par lui-même la chaleur nécessaire et qui doit lui être fournie, il ne peut aller à la recherche ni de sa nourriture ni de l'air qu'il respire et qu'il doit recevoir parfaitement dépouillé de germes. Il peut, il est vrai, s'accroître et se multiplier (se diviser), mais ces faits sont une conséquence de sa nutrition, et celle-ci représente d'autant moins à elle seule la vie véritable qu'elle a perdu toute autonomie et doit être aidée constamment par l'homme (1).

L'étude que nous venons de faire n'est donc pas favo-

(1) Pour les cultures cellulaires ou de tissus, voir l'article de R. Collin dans le 2e cahier de *Philosophie de la nature*, Paris, Vrin, 1929.

rable à l'idée de l'unité de composition élémentaire des êtres vivants, ni à celle qui met la cellule à l'origine de tous ces êtres. Les hypothèses que l'on a édifiées pour expliquer l'origine des êtres pluricellulaires aux dépens de colonies de cellules ne sont pas davantage favorables à cette manière de voir.

Les colonies de *Volvox* ont paru donner un modèle qui aurait pu servir de point de départ pour les métazoaires. Elles sont formées d'individus ovoïdes ou fusiformes, munis à l'un de leurs pôles de deux longs flagelles et d'une tache colorée ou oculiforme. Les individus sont d'abord tous semblables. Ils sont réunis en une masse commune par un globe de gelée dans lequel ils sont plongés en direction radiale de telle façon que leurs deux flagelles émergent seuls. Ces colonies progressent le même hémisphère étant toujours en avant. Les individus de l'hémisphère postérieur perdent leur point oculiforme, ce qui est une première différenciation, puis certains parmi eux perdent leurs cils et forment les éléments reproducteurs. Mais s'il y a là une sorte de division du travail, elle est encore bien éloignée de celle qui se produit dans une gastrula dont la forme de la colonie volvocienne serait loin de favoriser la formation. En effet les individus ne sont pas disposés en une simple couche continue autour d'une cavité centrale remplie simplement d'un liquide peu dense, comme dans la forme larvaire creuse (blastula) qui précède d'habitude la gastrula. Dans la blastula les cellules du pôle postérieur, absorbant le liquide de la cavité centrale, s'enfoncent dans l'hémisphère antérieur. Rien dans une colonie de *Volvox* ne permet de supposer qu'un tel mouvement puisse se produire. D'ailleurs même une colonie de protozoaires en forme de blastula et dépourvue de gelée, étant donnée, il n'est pas facile de comprendre comment et pourquoi se ferait, graduellement et à petits coups, comme l'exige le transformisme classique, l'invagination

gastruléenne. Voilà un organisme qui vivait sous la forme blastula et pouvait persister sous cette forme. Pourquoi s'invaginerait-il? La larve gastrula n'est pas un être mieux doué au point de vue de la prise de la nourriture, au contraire. Lorsqu'elle est libre elle marche son pôle fermé en avant, d'où peu de facilité pour capturer des proies qu'elle semble fuir plutôt que d'aller au-devant d'elles. Lorsqu'elle est fixée par ce pôle, il lui faut pour se nourrir développer autour de sa bouche une couronne de tentacules mobiles, il lui faut aussi donner à son tronc une musculature qui lui permette de se contracter suivant les besoins. Ce sont là des différenciations compliquées, difficiles à obtenir par des changements minimes maintenus et fixés par la sélection naturelle, toutes difficultés qui n'existaient pas pour la colonie de protozoaires, comme le montre la conservation de tant d'entre elles.

Ces difficultés n'ont pas échappé aux zoologistes. Delage, discutant l'origine des êtres pluricellulaires, a pensé qu'ils pourraient provenir d'un tout autre phénomène que la transformation d'une colonie de protozoaires, et notamment de la segmentation d'un organisme unicellulaire dont chaque segment formerait une cellule. Il en a donné un exemple concret dans le cas de *Salinella*, un être assez énigmatique, paraissant formé au début d'une masse ovoïde un peu aplatie rappelant un infusoire, avec une face ventrale munie de cils vibratiles, une face dorsale avec des soies raides. Sa partie centrale, pourvue d'un noyau, est en rapport avec deux orifices qui ne tardent pas à se former aux deux extrémités et plus près de la face ventrale. L'un de ces orifices devient la bouche, l'autre l'anus. Par un processus inconnu cette larve infusoriforme se découperait en une série de cellules formant une couche unique autour de la cavité centrale qui s'est développée en même temps. Chacune de ces cellules a une face externe, ciliée à la région ventrale, pourvue de

soies raides sur le dos, et une face interne pourvue de cils courts regardant la cavité centrale. La larve ressemble tellement à l'adulte « que l'individu polycellulaire ne doit pas être considéré comme une colonie de protozoaires unicellulaires, mais comme un être aussi *un* que le protozoaire lui-même, chez lequel les différenciations peuvent se produire indépendamment de la polycellularité, et chez lequel la multiplication des noyaux et des cellules est une *condition secondaire* nécessitée surtout par l'accroissement de volume et venant faciliter après coup les différenciations locales, sans lui ôter son caractère d'unité et d'individualité » (1).

Cette conception de Delage peut être synthétisée dans la formule bien connue : « ce ne sont pas les cellules qui font les organismes, mais bien ceux-ci qui font leurs cellules ». Elle est extrêmement importante, et l'exemple de *Salinella* montre bien que la formation de cellules est un fait secondaire nécessité surtout par l'accroissement de volume et par les facilités qu'il apporte aux différenciations locales. L'ectoplasme d'un amibe remplit à lui seul toutes les fonctions de relations de cet animal, mais ces fonctions ne peuvent être que simples, à cause de l'uniformité de sa structure. S'il était découpé en une série de cellules juxtaposées, le fonctionnement se fractionnant entre celles-ci pourrait se développer considérablement et arriver aux différenciations délicates qu'il possède chez les animaux supérieurs. En même temps la fragmentation du corps de l'individu, corrélativement à son accroissement, apporte des avantages énormes au développement des parties et à leur perfectionnement. Imaginons un organisme assez volumineux formé d'une masse protoplasmique continue, abondamment pourvue de noyaux, comme on en trouve dans beaucoup de syn-

(1) Delage (Y.), et Hérouard (G.), *Zoologie concrète, mésozoaires, spongiaires*, t. II, 1, p. 7.

cytiums. La formation dans son épaisseur d'un tube digestif, de vaisseaux, d'organes lamellaires ou en masses compliquées comme les diverses glandes, serait beaucoup plus difficile à réaliser que s'il était constitué de cellules qui peuvent aisément glisser les unes sur les autres, se déplacer et se grouper de mille manières. De plus cette division en cellules sera très favorable à la conservation de l'organisme en limitant à quelques cellules seulement les lésions ou les dégénérescences qui pourraient, sans cela, se propager plus loin dans le syncytium, en facilitant le remplacement des cellules qui se détruisent par le fonctionnement, en favorisant le cheminement des plasmas nutritifs dans les interstices intercellulaires, etc., etc.

Ce qui a donné lieu à la croyance que la cellule était l'organisme initial, c'est qu'elle est essentiellement composée de protoplasme qui est la base physique de la vie. Mais ce protoplasme n'est pas astreint à revêtir un volume et une forme définis, à former en un mot de véritables individus limités et distincts. Il constitue seulement le terrain sur lequel s'appuient les fonctions élémentaires de la vie les plus simples et les plus générales, comme la prise des aliments extérieurs et leur emploi en vue de la nutrition et de l'accroissement. Mais le protoplasme ne reste jamais à cet état en quelque sorte amorphe et anonyme, il engendre toujours des différenciations fonctionnelles qui multiplient et enrichissent ses propriétés. Cette différenciation ne peut être réalisée que dans certaines combinaisons d'organisation et de forme qui constituent autant d'individus distincts, ayant chacun une forme spécifique, un rôle déterminé et une place à part dans la nature.

La vie ne s'exerce que dans des corps figurés, construits sur un petit nombre de types d'organisation et pourvus chacun d'une forme qui le spécifie et en fait une unité particulière dans cette organisation générale.

Cette unité se retrouve toujours, même lorsque les apparences pourraient lui paraître contraires, comme nous le verrons plus loin (p. 311), et l'on peut appliquer à l'être achevé la formule donnée par von Baer pour son développement individuel, « l'essence ou l'idée de l'être gouverne le développement du fruit ». L'idée de l'espèce est en effet la vraie lumière capable de nous faire comprendre les êtres vivants. Chacun de ceux-ci possède une nature propre, donnée par son organisation et par sa forme et qui est toujours présente dans l'être achevé, aussi bien que dans le germe qui lui donne naissance, comme le montre l'hérédité, qui exige dans les descendants, sinon la reproduction parfaite de l'individu créateur, du moins la répétition de ce qu'il avait en lui de général et de durable, de ses caractères typiques et spécifiques. Et comme cette nature propre des êtres vivants est assez heureusement exprimée par l'idée de forme, telle que nous l'avons développée, on peut dire que ce qu'il y a d'essentiel dans un organisme c'est sa forme. On en arrive ainsi à la conception aristotélicienne que la forme est à la fois l'organisatrice et la conservatrice de l'être vivant, et il est facile de relier la signification métaphysique du mot forme, au sens concret qui a été développé dans le chapitre précédent (1).

(1) Pendant la correction des épreuves de ce livre a paru un très intéressant article de Rémy Collin (*La Théorie cellulaire et la vie. Biologie médic.*, n° 4, 1929), qui vient à l'appui des vues soutenues dans ce chapitre. L'auteur, exposant la décadence de la théorie cellulaire, montre que « la vie d'un être pluricellulaire ne peut être considérée comme une somme, une addition de vies cellulaires » (p. 159), et que « la véritable unité vivante n'est pas la cellule, mais l'être entier dont celle-ci fait partie » (p. 160).

CHAPITRE IV

L'UNITÉ DE COMPOSITION ANATOMIQUE

Les mots unité de composition anatomique signifient que, sous l'extrême diversité apparente des organes, on peut retrouver un petit nombre de dispositions fondamentales qui se laissent assez aisément ramener à une organisation générale primitive dont elles ne sont que des différenciations faciles à relier entre elles.

L'exposé de ces liaisons ne serait rien moins que celui de l'anatomie comparée tout entière. Il est donc impossible de l'entreprendre ici, mais les fondements sur lesquels les rapprochements ont été établis se ramènent à un petit nombre, qu'il est facile d'examiner de près et de soumettre à la critique. Ce sont : les caractères, les homologies, les transitions. Après les avoir étudiés, nous parlerons des relations réciproques que présentent les différentes parties d'un même organisme, c'est-à-dire des corrélations.

Les caractères.

Les différents groupes des êtres vivants se distinguent les uns des autres par certains traits de structure ou de conformation, si apparents et si constants pour chacun d'eux, qu'on les a considérés comme de véritables marques signalétiques ou, suivant l'expression consacrée, comme des « caractères ». La nature ne s'est évidemment pas souciée de fournir aux divers animaux de semblables

marques distinctives et le fait d'attribuer la valeur de caractère à un détail quelconque du corps est toujours très délicat par la part qu'il laisse à l'anthropomorphisme. Il est devenu plus délicat encore avec le transformisme parce que, dans cette doctrine, tout caractère identique ou semblant tel a été pris comme une marque de parenté entre les êtres qui le présentent. Or il est bien loin d'en être toujours ainsi, et bien souvent l'on a interprété de cette façon des structures dont la ressemblance s'explique par tout autre chose que par une descendance commune. En voici quelques exemples.

Les mamelles pectorales ont été regardées comme un caractère des primates (hommes et singes). Elles existent aussi chez les galéopithèques et les chauves-souris que l'on a voulu rapprocher des primates à cause de cela. Mais on les trouve également chez les siréniens, vivant dans la mer, et qui n'ont aucun lien généalogique avec les primates. Qu'est-ce à dire? Que la position des mamelles n'est pas un caractère de parenté. Elle s'explique par ce fait que ces organes pouvant se former sur un point quelconque de l'ébauche mammaire, — crête épithéliale étendue de l'aisselle au pli de l'aine — leur siège est réglé par les nécessités de l'équilibration et du genre de vie de l'animal. Comme des conditions semblables peuvent se rencontrer dans des types absolument séparés les uns des autres, la position des mamelles n'a aucune valeur systématique et ne peut être employée comme caractère de parenté.

On observe chez les dinosauriens, les crocodiliens, les oiseaux et le mammifère échidné une perforation du fond de la cavité cotyloïde dans laquelle s'articule le fémur, et l'on a voulu voir dans ce fait l'indice d'une parenté entre ces différents êtres. Il s'explique uniquement par les conditions de genèse et de fonctionnement des os qui circonscrivent cette cavité, et il n'a par conséquent aucune signification atavique ou ancestrale.

Dans ces deux cas, les « caractères » admis comme marques de parenté n'ont aucunement cette valeur, ce sont des traits insuffisamment analysés et incompris, des *caractères nus*, qu'il faut soigneusement étudier avant de les employer à décider d'affinités génétiques entre des êtres différents (1).

Le souci extrême de ne rien négliger dans l'analyse des structures a souvent conduit à utiliser des caractères de cette nature. Boule, dans son magnifique travail sur *l'Homme de la Chapelle-aux-Saints* (2), a examiné un grand nombre d'indices donnés par les mensurations effectuées sur diverses parties. Si l'on dispose en série les chiffres ainsi obtenus et les espèces auxquelles ils se rapportent, on obtient des listes dans lesquelles ces espèces sont entremêlées d'une manière tout à fait étrange. Ainsi la moyenne des indices verticaux du crâne (hauteur-longueur, hauteur-largeur) donne une série dans laquelle se succèdent les termes suivants : homme (européen), gibbon-siamang adulte, homme de la Chapelle-aux-Saints, ostiak, chimpanzé, autre ostiak, etc. (3). L'intercalation du gibbon entre l'homme actuel et celui de la Chapelle-aux-Saints, est aussi surprenante que celle du chimpanzé entre deux ostiaks.

Un autre indice fournit une série passant immédiatement de l'ouistiti à l'homme de Gibraltar, et comprenant un peu plus loin un sajou entre un français et un esquimau (4). Ces séries prouvent peut-être qu'hommes et singes se pénètrent, comme le dit Boule, mais elles suggèrent aussi l'idée que les caractères sur lesquels elles sont fondées demanderaient à être étudiés très sérieusement afin de se rendre compte des conditions auxquelles

(1) Pour plus de détails sur ces caractères, voyez *Membres et ceintures*, p. 654-659.

(2) *Annales de paléontologie*, t. VI, VII, VIII, 1911-1913.

(3) Boule, *Ann. de paléont.*, t. VI, p. 145-147.

(4) *Ibid.*, t. VII, p. 28.

ils répondent et de voir s'ils ne s'expliqueraient pas par de tout autres raisons que la parenté de leurs possesseurs.

D'autres fois, se basant sur quelques rapports superficiels, on a rapproché comme identiques des structures en réalité très différentes, par exemple les arcs branchiaux de l'amphioxus et ceux des vertébrés. Ces derniers sont des formations puissantes constituant les parois latérales de la tête et du cou. Leur squelette, pourvu de muscles propres, entre aussi en rapport avec les muscles du tronc, de sorte que les arcs, outre leur rôle respiratoire chez les poissons, participent à la constitution des parois musculo-squelettiques du corps et aux mouvements de ce dernier. Chez l'amphioxus, rien de pareil, le pharynx, énormément agrandi et occupant presque la moitié de la longueur du corps, est découpé en baguettes fines, infiniment plus nombreuses que les arcs, et dont la constitution intime, aussi bien que les rapports avec la cavité générale sont tout autres que chez les vertébrés. Ce pharynx ne participe plus du tout à la formation des parois du corps; caché sous des replis particuliers, les métapleures, il passe pour ainsi dire à l'état de simple viscère et diffère profondément de la corbeille branchiale des vertébrés à laquelle on le compare.

D'autre part on regarde la ceinture pectorale des monotrèmes comme ayant un caractère reptilien parce qu'elle comporte des pièces ventrales abusivement comparées au procoracoïde et au coracoïde des reptiles. Or cette ceinture est, chez ces animaux, comme chez les autres mammifères, absolument en dehors du thorax, lequel est constitué comme chez ces derniers par les côtes et le sternum seulement, tandis que la ceinture des reptiles est une partie de la cage thoracique. Par conséquent les coracoïdes des monotrèmes, étant extra-thoraciques, n'ont aucun rapport avec le cœur, contrairement à ceux des reptiles. Le prétendu caractère reptilien de cette ceinture est controuvé, et sa disposition spéciale s'explique par

la situation et l'orientation des membres antérieurs (1).

Le caractère « cloaque » invoqué aussi pour rapprocher les monotrèmes des reptiles, ne vaut pas mieux que le précédent. L'orifice commun du tube digestif et des conduits uro-génitaux, désigné dans les deux cas sous le nom de cloaque, est bien loin d'être morphologiquement une seule et même chose. Chez les reptiles et les oiseaux, souvent réunis sous le nom de sauropsidés, la partie terminale du tube digestif est divisée par deux étranglements consécutifs en trois chambres successives, se continuant l'une dans l'autre. Les conduits génitaux et urinaires s'ouvrent sur le toit de la chambre moyenne, le cloaque est l'orifice externe de la dernière.

Chez les mammifères il n'y a pas de chambres successives, mais deux conduits superposés : du côté dorsal le rectum qui continue le tube digestif, et du côté ventral le sinus uro-génital qui reçoit les conduits génitaux et urinaires. Rectum et sinus dérivent du cloisonnement frontal de la partie terminale du tube digestif ou cloaque interne. Ces deux conduits peuvent s'ouvrir très près l'un de l'autre dans une légère dépression de la surface du corps, comme cela se voit chez les monotrèmes, et à un dégré plus ou moins marqué, chez quelques autres mammifères. Mais il est bien évident que le cloaque ainsi formé n'est pas comparable à celui des sauropsidés, car le processus qui l'a produit est tout à fait différent de celui qui donne le précédent. De plus le cloisonnement du cloaque interne, loin d'intéresser seulement la formation du rectum et du sinus, retentit sur tout le développement de la partie caudale du tronc et de ses viscères (2).

Il ne faut donc pas se laisser abuser par le mot caractère, et accepter sans critique tout ce que l'on présente comme tel. Sans doute certains traits sont tellement

(1) *Membres et ceintures*, p. 289-299.
(2) *Ibid.*, p. 266.

constants et particuliers qu'ils peuvent suffire, dans la pratique, pour permettre de distinguer un groupe, tels sont par exemple les poils pour les mammifères, les plumes pour les oiseaux, et une foule d'autres moins importants pour des groupes plus restreints. Mais si ces traits sont très commodes et le plus souvent suffisants pour permettre de classer immédiatement les êtres, il ne faut pas croire qu'ils nous font connaître la vraie nature de ces derniers et qu'ils constituent seuls le motif pour lequel nous devons les séparer les uns des autres. Il est des caractères excellents pour déterminer les genres dans certaines familles, et qui pourtant ne peuvent prétendre nous éclairer sur les différences réelles existant entre eux. Parmi les échassiers coureurs on distingue certains genres suivant que leurs tarses sont couverts d'écailles assez larges (scutelles) dont les bords dessinent des polygones réguliers, ou d'écailles beaucoup plus petites dont les bords dessinent un réseau plus fin. Il est bien évident que ce trait, si commode soit-il, n'a qu'une importance bien minime dans la constitution de l'animal, et par suite dans les raisons que l'on a de le distinguer des autres.

En somme la recherche et la détermination des caractères est une affaire très importante, qui réclame une connaissance complète des parties rapprochées et de leur signification. Il ne faut donc pas réunir certaines dispositions sous un même nom si celui-ci ne convient pas exactement à toutes, et ce nominalisme, trop fréquent, est une des plaies de l'anatomie comparée.

Linné avait parfaitement exprimé la valeur des caractères dans un aphorisme trop oublié : « Ce n'est pas le caractère qui constitue le genre disait-il, mais le genre qui constitue le caractère ». En d'autres termes c'est l'ensemble de ses traits et de sa constitution qui permet de reconnaître la nature d'un être. Celle-ci une fois comprise, les caractères utiles pour distinguer cet être des autres s'offrent pour ainsi dire d'eux-mêmes.

Les homologies.

L'examen le plus superficiel d'un certain nombre d'animaux différents montre l'existence chez eux d'organes qui paraissent plus ou moins comparables, soit qu'ils remplissent une même fonction et présentent par suite certaines ressemblances, soit que, faits des même tissus, ils occupent des situations identiques les unes par rapport aux autres et puissent être considérés par là comme étant de même nature.

Les premiers sont dits analogues; on réserve le nom d'homologues aux seconds.

Les organes analogues n'ont point du tout la même nature et par conséquent ils ne peuvent dériver les uns des autres. Ainsi les ailes des insectes ne sont point formées, comme elles le sont chez les vertébrés, par des membres adaptés au vol; ce sont des expansions spéciales de la face dorsale de leurs anneaux thoraciques. Ailes des insectes et ailes des vertébrés sont simplement analogues.

Au contraire l'aile d'une chauve-souris et le membre antérieur du lion sont homologues parce qu'ils sont constitués essentiellement des mêmes parties, qu'ils occupent dans le corps de ces animaux des situations exactement comparables, et que chacun d'eux n'est qu'un cas particulier d'une pièce correspondante de l'architecture de ces êtres. Ils répondent par là tout à fait à la définition de l'homologie par les géomètres qui, dit R. Owen, appellent homologues dans des figures semblables « les côtés opposés à des angles égaux correspondants, ou à des parties ayant les mêmes proportions ». Le terme homologue a été introduit par Owen en 1845 seulement, mais déjà bien des homologies avaient été établies par les créateurs de l'anatomie comparée, notamment par Vicq d'Azyr,

Ét. Geoffroy et surtout par Cuvier. Pour ce dernier, comme pour certains de ses successeurs (Von Baer, Joh. Müller, Alex. Braun), les homologies ne sont que l'expression des lois de l'organisation des êtres qui les présentent. Elles ne prouvent point une dérivation commune de ces êtres.

Il en est tout autrement pour les transformistes. Darwin écrivait, dans l'*Origine des espèces :* « Il est très remarquable que la main de l'homme faite pour saisir, la griffe de la taupe destinée à fouir la terre, la jambe du cheval, la nageoire du marsouin et l'aile de la chauve-souris soient toutes construites sur le même modèle et renferment des os semblables situés dans les mêmes positions relatives... Pourquoi ces os similaires ont-ils été créés pour former l'aile et la jambe de la chauve-souris puisque ces os sont destinés à deux usages si différents le vol et la marche?... Par la sélection, les os d'un membre peuvent se raccourcir et s'aplatir, ils peuvent s'envelopper en même temps d'une épaisse membrane de façon à servir de nageoire... Si nous supposons un ancêtre reculé qu'on pourrait appeler l'archétype de tous les mammifères, de tous les oiseaux et de tous les reptiles, dont les membres avaient *la forme générale actuelle, quel qu'ait pu, d'ailleurs, être l'usage de ces membres,* nous pouvons concevoir de suite la construction homologue des membres chez tous les représentants de la classe entière (1) ».

Ces citations textuelles montrent combien Darwin avait mal compris le problème. Il parle des membres comme il pourrait le faire de ces caractères génériques d'ornementation ou de surface, épines, crêtes, carènes de certaines coquilles, écailles des poissons ou des reptiles, etc., qui varient d'autant plus que leur importance dans le fonctionnement est plus faible. Pour des pièces anatomiques aussi compliquées que les membres, il ne saurait

(1) DARWIN (Ch.). l'*Origine des espèces*, édit. Barbier, 1882, p. 512 et suivantes. Le passage en italiques ne l'est pas dans l'original.

en être ainsi. Qu'est-ce que la forme générale de membres dont l'usage pourrait être quelconque? On comprend à la rigueur, lorsqu'on envisage seulement les os des divers membres, étalés sur une table dans leur ordre de succession, sans tenir compte de l'orientation du membre entier et de ses différentes parties, de son attache à la ceinture (épaule ou bassin) et de son mode de fonctionnement, qu'on puisse passer d'un type à l'autre en rognant un os ou en allongeant un autre. Ce sont là opérations mentales comme nous en faisons dans toutes nos comparaisons et qui nous permettent d'établir des rapports idéaux entre les choses. Mais prétendre que les différents êtres, qu'il est si facile de relier par la pensée, dérivent les uns des autres par des changements insensibles exécutés pendant le cours même de leur vie, est tout autre chose. L'étude détaillée des membres, de leur orientation et de leur fonctionnement, montre l'impossibilité absolue de ces passages graduels, parce que chaque type distinct de membre, (patte préhensile, marcheuse, nageoire, aile), bien que constitué au fond des mêmes matériaux squelettiques, est, par l'arrangement et les proportions de ces derniers, une machine spéciale, qui ne peut se transformer en une autre au cours de son fonctionnement. Un moteur à explosion et un moteur à vapeur comprennent au fond les mêmes pièces, mais il est impossible de faire des intermédiaires entre eux, chacun se présente avec ses proportions et son rythme propres, dès qu'il existe.

Il en est de même pour les membres; leurs pièces squelettiques sont bien homologues d'une manière générale et abstraite. Lorsqu'on les examine de plus près on voit que cette homologie ne comporte ni une comparaison parfaite ni la possibilité du passage d'une pièce à la correspondante d'un autre type. Les humérus d'homme, de lion, de baleine, de chauve-souris, d'oiseau, de tortue, etc., répondent à la même idée morphologique de pièce squelettique de la base du membre antérieur et

présentent les mêmes parties : tête articulaire pour l'épaule, trochanters, condyles distaux, etc., etc. Mais les parties de même nom ne concordent cependant pas entièrement en situation, en forme, en puissance. Elles diffèrent au contraire dans chacune des espèces énumérées ci-dessus, à cause de l'orientation de l'humérus, de ses connexions avec la ceinture pectorale ou l'avant-bras, de ses rapports avec le tronc dont il est plus ou moins dégagé, etc. Il en est de même pour les autres os des membres. Lorsque Ch. Martins, ayant scié en travers l'humérus et fait tourner le reste du membre sur son axe, mettait le pied et la main de l'homme dans des positions identiques et facilitait ainsi la comparaison du bras et de la jambe, il lui restait, pour faire concorder parfaitement en forme et en structure tibia et radius, cubitus et péroné, à détacher par des traits de scie longitudinaux quelques parties de l'un ou de l'autre de ces os pour les accoler à celui à qui elles faisaient défaut, enlevant par exemple l'olécrane au cubitus pour le rattacher au radius qui se rapprochait plus ainsi du tibia surmonté de la rotule. La nécessité de telles opérations montre que dans la nature l'un ou l'autre des prétendus homologues n'atteignait pas, ou dépassait le degré de composition de celui à qui on croyait pouvoir le comparer entièrement.

De même chez le mouton le radius envahit toute l'extrémité distale de l'humérus rejetant le cubitus en arrière. Il ne correspond donc point aux radius qui partagent avec le cubitus l'articulation humérale, et il représente quelque chose de plus que ces derniers.

Les os correspondants n'ont donc qu'une ressemblance nominale. Ils méritent le même nom parce qu'ils occupent une place correspondante dans des organismes du même type général ; à part cela, ils diffèrent foncièrement par la position exacte, le volume, la forme, les rapports de leurs différentes parties, et chacun d'eux, loin de s'expliquer comme l'héritage d'un ancêtre ne prend sa

signification véritable qu'en considération de l'être auquel il appartient, conformément aux idées de Cuvier.

Il en est de même pour toutes les autres parties du squelette du membre. Leur nom ne consacre en réalité, pour chacune d'elles, que la place qu'elle occupe dans le plan général et son numéro d'ordre. Dès qu'on s'adresse aux réalisations spéciales de ce plan, représentées par les diverses formes, les pièces correspondantes ne sont plus parfaitement égales, elles comportent quelque chose de plus ou de moins et leur nom n'indique pas plus une continuité réelle avec leurs homonymes, une parenté, que les numéros correspondants dans des escouades différentes de soldats à l'exercice.

Les homologies incomplètes ne se rencontrent pas seulement dans les os, elles s'observent dans tous les systèmes organiques. Depuis longtemps Gegenbaur a fait remarquer que l'oreillette droite des vertébrés supérieurs n'est pas entièrement homologue à celle des inférieurs parce qu'elle renferme en plus le sinus veineux qu'elle a absorbé. Son élève et successeur Fürbringer a rassemblé sous le nom de *parhomologies* les homologies incomplètes résultant de l'origine d'organes correspondants dans des métamères de rang différent. His et Keibel examinant les rapports des lèvres avec les différentes parties de la face ont été amenés à distinguer des lèvres buccales, des lèvres faciales et des lèvres pharyngiennes. J'ai montré que les muscles de la paroi abdominale s'attachent, chez les sauriens, sur une partie du bassin différente de celle qui reçoit leurs insertions chez les autres vertébrés (1).

En somme les homologies attestent simplement que les animaux d'un même groupe sont construits suivant la même loi, avec des matériaux comparables qui subissent, dans chaque cas particulier, les changements, les com-

(1) *Membres et ceint.*, p. 60.

plications ou les réductions nécessités par la place qu'ils occupent et par la fonction dont ils sont chargés.

Les organes vraiment homologues ne se rencontrent que dans un même embranchement. Ainsi les membres des vertébrés leur sont propres et diffèrent profondément des parapodes des annélides, des membres articulés des arthropodes, des nageoires des mollusques pélagiques. Dans un même embranchement les homologies les plus sûres se rencontrent dans des groupes plus limités tels que les classes et les ordres. Hors de ces limites elles prennent un caractère plus général et moins précis. La prétention d'expliquer les homologies comme le font les transformistes, par des transformations graduelles de pièces initiales simples, transformations causées et dirigées par des forces naturelles seules, est insoutenable comme on le verra plus loin.

A côté des homologies incomplètes il faut, pour donner une idée vraie de la structure des êtres et de sa discontinuité évidente dans certains cas, dire quelques mots de l'apparition d'organes nouveaux que rien ne faisait prévoir et qui se montrent d'emblée comme des adaptations nouvelles à une organisation présentant des conditions nouvelles aussi. Nous citerons trois exemples : le ligament ventriculaire cardiaque des lamproies, les circuits bronchiques des oiseaux, le ligament rond du fémur.

Le ligament ventriculaire des lamproies est un cordon fibreux, épais et court qui rattache le ventricule à la paroi latérale de la cavité péricardique. Sa formation s'explique par les raisons mécaniques suivantes : chez ces poissons le ventricule est entièrement à droite, l'oreillette à gauche, le sinus veineux, vertical, passe entre eux. Le ventricule qui, lorsqu'il se contracte, prend son point d'appui sur la ligne médiane là où il se continue avec le bulbe artériel fixé dans l'épaisseur de la paroi ventrale, tendrait par là à se placer de part et d'autre de cette ligne et à se mettre dans la partie ventrale du

péricarde comme chez les autres poissons. Mais ce déplacement entraînerait une oblitération du sinus veineux par compression exercée par le ventricule. Il est empêché par la formation de ce ligament dont on ne rencontre pas d'autre exemple, ni de restes, chez les autres vertébrés.

Les circuits bronchiques des oiseaux sont également une disposition nouvelle et que l'on ne retrouve jamais en dehors d'eux. En effet les bronches se terminent d'habitude en culs-de-sac renflés très compliqués, qui portent les alvéoles pulmonaires terminales. Chez les oiseaux, les bronches au lieu de se terminer par des culs-de-sac restent cylindriques et vont s'anastomoser avec d'autres bronches semblables, de manière à former des circuits bronchiques portant latéralement les culs-de-sac et les alvéoles pulmonaires. Les sacs aériens ne sont autre chose que des dilatations extra-pulmonaires de ces bronches qui constituent des réservoirs à deux voies, l'une formée par la portion du conduit inséré sur la bronche souche et qui amène dans le sac l'air qui n'a pas encore respiré, l'autre, constituée par les bronches récurrentes, mène du sac aux circuits bronchiques avec lesquels elle s'anastomose. Cette disposition n'a rien de commun avec les appendices pulmonaires des reptiles que l'on a souvent regardés comme l'origine des sacs aériens, car ces diverticules sont de simples culs-de-sac terminaux des bronches sans voie de retour.

Le ligament rond du fémur est aussi un exemple typique d'un organe nouveau sans relations avec des dispositions préalables différentes. On a voulu expliquer le ligament rond du fémur des mammifères par la transformation d'un muscle périarticulaire des reptiles qui aurait été entraîné dans la cavité articulaire de la hanche au moment où le fémur aurait passé de sa situation horizontale, reptilienne à la situation verticale qu'il a chez les mammifères. Bien qu'une transformation pareille

pût difficilement s'accomplir avec les étapes lentes et graduelles que demande le transformisme, et que d'ailleurs l'ontogenèse ne répète pas, on pourrait peut-être conserver quelque incertitude sur l'origine de ce ligament si le cas des oiseaux ne venait démontrer sa néo-formation certaine dans les deux groupes. Chez eux, en effet, ce ligament est intra-articulaire comme chez les mammifères; il a, comme chez ces derniers, une fonction d'arrêt et limite l'obliquité du fémur, mais il occupe une situation diamétralement opposée à celle qu'il possède chez les mammifères. Au lieu d'être placé ventralement et d'être dirigé d'arrière en avant, il est situé dorsalement et va d'avant en arrière; il est donc impossible de l'expliquer par le mode de formation invoqué pour celui des mammifères, et, comme sa disposition est en rapport avec d'autres détails structuraux de la hanche (1), tels que la continuité du rebord cotyloïdien ventral soutenant le membre dans le vol, il est bien évident qu'il s'est formé de toutes pièces, en une seule fois, lors du creusement de la cavité articulaire, au moment où la disposition générale des parties exigeait sa présence. Ce n'est pas du reste le seul organe formé de cette façon et bien des ménisques ou des ligaments intra-articulaires n'ont pas d'autre origine.

Il faut donc admettre que des organes nouveaux peuvent prendre naissance de toutes pièces dans les tissus embryonnaires, conformément aux besoins nouveaux, et sans avoir été précédés d'organes différents qui se seraient transformés pour les produire.

Par là se montre caduque l'idée qui veut toujours rattacher une formation nouvelle à une autre l'ayant précédée, qui prétend relier sans lacunes toutes les parties les unes aux autres par des séries de pièces homologues.

(1) Voyez *Membres et ceintures*, p. 201 et 244.

Les transitions et les formes intermédiaires.

On s'aperçut de bonne heure que les êtres vivants présentent des degrés de complication anatomique et physiologique assez ménagés pour pouvoir être sériés d'une façon régulière. Cuvier n'ignorait pas l'existence de cette complication progressive, et il considérait l'anatomie comparée comme la science capable de nous la faire bien connaître, en même temps que d'éclairer la physiologie générale parce qu'elle permettait de saisir à la fois l'état anatomique le plus simple susceptible de remplir une fonction, et les perfectionnements que cette fonction peut recevoir de l'intervention de parties nouvelles ajoutées à cet organe. Tous les travaux effectués depuis Cuvier ont confirmé cette loi générale du progrès de l'organisation, et l'on connaît un grand nombre d'exemples de complication graduelle des différents systèmes organiques considérés isolément, ou des organismes eux-mêmes envisagés dans leur ensemble. Mais tandis que Cuvier regardait cette progression comme une loi de l'organisation indépendante de toute idée de filiation, comme le firent ensuite von Baer, J. Müller, Alex. Braun et d'autres, les transformistes l'interprétèrent comme la preuve du développement généalogique qu'ils cherchaient à établir.

Envisagées d'une manière superficielle les transitions organiques semblent bien prouver l'existence d'une continuité généalogique entre les êtres qui les présentent, mais si on les examine de près et avec la critique nécessaire, les choses changent tout à fait et bien des relations familiales considérées comme établies ne résistent pas à l'examen. Quelques exemples le montreront aisément.

Les transitions portent tantôt sur des appareils consi-

dérés isolément, tantôt sur l'ensemble de l'être qui est regardé comme intermédiaire entre des formes distinctes. Les premières sont des transitions partielles, les secondes peuvent être appelées formes intermédiaires.

Les transitions partielles sont très nombreuses : les unes, par la régularité de leurs termes et par la coïncidence de leur apparition avec la succession des couches géologiques, paraissent décisives et leur valeur en faveur de la descendance ne semble pas pouvoir être contestée; les autres ont un caractère subjectif et une portée beaucoup moins grande, bien qu'on les ait mises souvent sur le même pied que les premières.

Parmi celles-ci, on cite généralement le développement des pattes chez les mammifères et la réduction progressive du nombre de leurs doigts, facile à suivre depuis des états ancestraux assez uniformes et où le nombre des doigts était toujours de cinq, pour arriver aux deux doigts des ruminants ou au doigt unique du cheval. Cette réduction est effectivement très ménagée pour ce qui regarde le nombre des doigts, mais il ne faut pas considérer que lui. Les doigts diffèrent non seulement par leur nombre, mais par leur forme et par la disposition de leurs phalanges, si importante pour le genre de vie. Or celle-ci indique déjà une opposition très marquée entre ces deux groupes, le sabot du cheval étant formé par la dernière phalange seulement, tandis que celui des ruminants englobe leurs deux dernières phalanges arrangées entre elles d'une manière spéciale (1). Entre ces deux dispositions il n'y a pas de passage possible, l'une des séries n'est donc pas la continuation de l'autre et chacune d'elles forme un cas à part. De plus la série paire, celle des ruminants, est aussi divisible, d'après le comportement des doigts sinon d'après leur nombre, en

(1) *Membres et ceint.*, p. 335-339, *fig.* 156 et 157.

séries partielles divergentes et sans continuité. Les doigts des chameaux par exemple se comportent tout autrement que ceux des vrais ruminants. Leurs deux dernières phalanges ne se combinent point entre elles pour former le squelette d'un sabot, la dernière n'est point comprimée mais aplatie et étalée horizontalement sur le sol. A quel moment et par quel processus s'est produit ce changement? Il est impossible de le dire. *Poëbrotherium Wilsoni*, considéré comme un des anneaux de la chaîne ancestrale des chameaux, possède des phalanges de vrai ruminant (1). Or, comme les changements des os des pattes retentissent toujours sur les grands os du membre (qui se raccourcissent, par exemple, lorsque la patte s'allonge, chez les digitigrades), ces changements n'ont pu se faire graduellement pendant le cours de la vie et ont dû s'effectuer dans l'embryon avant sa naissance. En un mot cette belle gradation si frappante, lorsqu'on s'en tient au seul nombre des doigts, devient beaucoup moins probante lorsqu'on y regarde de plus près. Là, comme dans la question des homologies, un nominalisme superficiel a donné une apparence de réalité à des comparaisons toutes subjectives.

Ce n'est d'ailleurs pas tout. D'où vient la patte à cinq doigts du mammifère ancestral? De celle d'un reptile, dira-t-on. Mais on ne connaît entre elles aucune transition. Dans le pied des mammifères, le calcanéum et l'astragale, au lieu d'être simplement juxtaposés comme ils l'étaient jusqu'alors, se chevauchent réciproquement et forment un complexe qui reste essentiellement le même quelles que soient les variations du pied. Rien ne faisait prévoir cette combinaison astragalo-calcanéenne et la structure du pied des crocodiles, quelquefois citée comme la faisant pressentir, ne fournit pas le moindre

(1) Zittel (C.), *Grundzüge der Palaeontologie, neubearbeitet von F. Broili, E. Koken, M. Schlosser.* Abt. II, Vertebrata, 1911, *fig.* 676, p. 485.

passage vers elle (1). Il y a donc une lacune importante entre le pied des reptiles et celui des mammifères. Mais il y en a une encore bien plus grande entre les nageoires des poissons et les membres articulés, terminés par un pied ou une main, des quadrupèdes. Les conditions de fonctionnement de ces derniers montrent qu'ils ne peuvent dériver d'une nageoire, et les apparences données en faveur de cette dérivation, comme la ressemblance que l'on peut trouver entre l'arrangement des os de la nageoire du poisson dévonien *Sauripterus Taylori*, et celui des os d'un membre de quadrupède, ne prouvent rien, car cet arrangement est fait dans un seul plan, comme on peut le faire en étalant les os d'un membre à leur place respective sur une table, et comme ils sont dans une nageoire. Or, ce qu'il faut expliquer, c'est la formation des angles que font entre eux les divers segments du membre articulé, et il est impossible de la faire procéder du fonctionnement d'une nageoire (2).

Mais il y a plus encore dans cette question de la genèse des membres, et si l'on venait à montrer que, par une mutation dépassant de beaucoup les limites de celles que l'on a observées, la nageoire du *Sauripterus* a pu donner le premier membre pentadactyle, il faudrait montrer de quel organe préexistant elle s'est formée (arc branchial, pli latéral, appendice métamérique?) et les discussions des anatomistes et des embryologistes montrent combien on est loin d'être fixé à ce sujet.

La plus belle série organique invoquée en faveur du transformisme, celle qui est tirée de l'examen des membres des mammifères et qui a la bonne fortune d'être corroborée, au moins en partie, par la paléontologie, ne montre donc point du tout une sériation continue, attestant le passage indubitable des principales formes les

(1) *Membres et ceintures*, p. 115-117.
(2) *Ibid.*, p. 497-519.

unes aux autres. Elle fournit seulement des séries partielles dont les termes sont assez régulièrement gradués entre eux pour qu'on les considère comme généalogiquement liés dans l'intérieur de chaque série, mais ces séries se montrent au contraire parfaitement distinctes et discontinues lorsqu'on essaie de passer de l'une à l'autre. En somme on trouve des transitions très vraisemblables dans l'intérieur des catégories inférieures de la systématique, telles que les familles, mais les liaisons ne s'étendent pas, le plus souvent, aux familles voisines, et les transitions entre celles-ci ne sont que théoriques et imaginaires. Ce sont des transitions conceptuelles, il est facile de le montrer par quelques exemples.

De Blainville, qui mit tant d'ardeur à disposer en séries les êtres vivants, avait essayé de ranger les espèces des carnivores en allant des plus plantigrades à celles qui le sont le moins et avait établi la série : phoques, ours, procyon, martes, civettes, mangoustes, chats, chiens, hyènes. Cuvier, se basant sur la denture, trouvait pour le même groupe l'arrangement : chats, hyènes, martes, chiens, civettes, ours. Ces deux séries, irréprochablement construites lorsqu'on se place au point de vue de leurs auteurs, sont, comme on le voit, absolument discordantes; de plus, elles n'ont aucun rapport avec la succession que la paléontologie permet d'entrevoir; elles n'ont aucune valeur généalogique. Ce sont de pures séries artificielles basées sur le développement fonctionnel d'un seul organe, les pattes ou les dents, et Depéret a montré (1) qu'il ne faut pas confondre ce développement avec le véritable développement paléontologique.

Une sériation régulière peut donc se rencontrer en dehors de tout développement généalogique. C'est que tout appareil peut toujours offrir une quantité de formes

(1) Depéret, *Transformations du monde animal*, Paris, 1907, p. 103-110.

diverses, susceptibles d'être rangées en une ou plusieurs séries différentes suivant les points de vue adoptés, et l'on a pas manqué de faire de semblables arrangements qui satisfont d'abord l'esprit. Mais une analyse plus attentive montre qu'ils ne signifient rien au point de vue de la descendance. La meilleure preuve, c'est qu'on les observe en plus grand nombre parmi les espèces actuelles. Or, comme celles-ci ne descendent point les unes des autres mais bien de sources différentes, il est clair que la sériation, même très régulière, établie entre certaines de leurs parties n'est point du tout l'expression d'un développement progressif, mais tient à de tout autres causes qu'à une généalogie.

Toutes les fois que l'on scrute un peu plus profondément les choses, on voit sans peine combien peu ces séries ont une valeur réelle. Dean a montré autrefois que l'on avait fait autant de généalogies pour les poissons, que l'on avait considéré d'appareils organiques différents. Récemment H. Vallois (1) a repris l'étude des caractères qui rapprochent les anthropoïdes de l'homme et des séries qui avaient été établies sur ces caractères et il a montré que les dispositions réalisées chez les diverses races humaines et chez les anthropoïdes sont comme réparties au hasard dans les deux groupes. Sans doute un caractère plus fréquent dans une race se trouve aussi être plus fréquent chez un anthropoïde, mais pour un autre caractère la même race s'éloignera de cet antrhopoïde pour se rapprocher d'un second, si bien que dans l'ensemble il est absolument impossible d'établir le parallélisme qu'il faudrait pour admettre une sériation généalogique. Ce que l'anatomiste de Toulouse a montré pour ces groupes se répète pour tous. Le développement des différents appareils, bien que com-

(1) Vallois (H.), *Les preuves anatomiques de l'origine monophylétique de l'homme. L'anthropologie*, vol. XXIX, fasc. 1-2, 1929.

mandé, d'une manière générale, par les corrélations qui maintiennent ces appareils dans une certaine subordination pour ce qui regarde leur ensemble, ne marche pas de pair pour leurs détails dans un même organisme. L'un des appareils peut revêtir dans certaines de ses parties une complication qui ne se rencontrera dans aucune autre, et les dispositions réalisées chez les différentes formes sont réparties au hasard. Telle forme qui se rapprochera d'une autre par certaines dispositions s'en éloignera par d'autres, si bien qu'il est illusoire d'essayer d'établir une généalogie vraisemblable en se servant des états de développement d'un seul appareil, fût-il des plus importants. C'est ce que montrent à merveille les discordances et les contradictions des arbres généalogiques, contradictions telles qu'elles ont jeté sur eux un grand discrédit. Ceci doit au moins, pour le moment, faire retenir le peu de valeur des transitions souvent invoquées, en attendant que nous y revenions plus loin, à propos des arbres généalogiques.

En tout cas il faut maintenant être en garde contre l'idée, fréquemment acceptée, que la complication progressive d'un appareil, étudié dans une classe quelconque, peut être prise comme preuve du transformisme et comme l'image de l'évolution du groupe considéré. Le développement fonctionnel d'un appareil, qui est généralement considéré dans les études partielles d'anatomie comme le développement réel, phylogénétique, doit être soigneusement distingué de ce dernier, comme l'a bien montré Depéret, et les gradations les plus ménagées si souvent exposées dans des travaux généraux ou dans des leçons d'amphithéâtre, doivent être soigneusement examinées avant d'être acceptées comme acquises. En un mot la série des complications que peut montrer dans diverses espèces un appareil donné ne correspond pas forcément à un développement réel, généalogique de ces espèces. Elle peut le faire dans certains cas, lorsqu'il s'agit de la

succession d'espèces d'un même groupe d'étendue limitée et lorsque cette succession concorde avec la chronologie géologique. Le plus souvent elle exprime simplement les possibilités anatomiques que peut réaliser cet appareil, sans prouver que les gradations de ces dispositions anatomiques se soient réellement succédé par un développement généalogique, comme le montrent à merveille tant de transitions établies entre appareils d'espèces contemporaines issues certainement, si l'on accepte le transformisme, de sources différentes. Enfin, dans un grand nombre de cas, ces séries répondent uniquement au schéma du développement que se fait leur auteur d'après les tendances ou les courants d'opinion du moment, et le temps a déjà montré la ruine de bien de ces constructions imaginaires.

Les formes intermédiaires paraissent à première vue à l'abri des critiques que nous venons de faire parce qu'elles semblent basées sur des êtres considérés dans leur ensemble et non plus sur une de leurs parties seulement. En réalité elles sont loin d'être sans reproche ; elles ont été établies le plus souvent d'une manière tout à fait superficielle, d'autre part on n'a pas tenu compte des impossibilités où elles se seraient trouvées de donner, en utilisant simplement les facteurs du transformisme classique (adaptations graduelles et temps), les formes plus évoluées auxquelles elles semblent conduire.

On regarde souvent les dipneustes comme intermédiaires entre les poissons et les amphibiens. Or ce sont des poissons par toute leur architecture. Leur colonne vertébrale a la structure et les dispositions de celle des poissons, leur tête de même, leurs branchies sont tout ichthyennes, leur ceinture pectorale est un arc épais, formant en arrière de la coupure créée par les branchies un appui solide pour les muscles du tronc disposés en masses latérales comme ceux des poissons, leurs membres

sont des nageoires, un peu spéciales, sans doute, mais non des membres à segments angulairement disposés les uns sur les autres, leur forme est celle de poissons, et tout leur comportement aussi. Toutefois ils possèdent des poumons (vessie natatoire alvéolée) placés en arrière des branchies dans la cavité viscérale, et, contrairement à ce qui a lieu chez les autres poissons, dont les cavités nasales sont closes en arrière et s'ouvrent seulement à l'extérieur, ces cavités s'ouvrent aussi dans la bouche comme chez les animaux terrestres. Mais cela est très loin de l'état pulmoné. En effet l'orifice de la glotte est très en arrière et profite mal de l'orifice postérieur des fosses nasales, la cavité viscérale où siègent les poumons n'est pas rythmiquement dilatable, parce que ni le squelette ni les muscles ne se prêtent à cette disposition, de telle sorte que l'on ne voit pas comment leur organisation pourrait conduire à une véritable respiration pulmonaire.

Chez les amphibiens la colonne vertébrale est tout autre et possède des régions bien distinctes ; les branchies sont disposées autrement que chez les poissons, la glotte est poussée très en avant, la ceinture scapulaire faite de pièces larges et aplaties n'a point la forme d'un arc, mais celle d'une cage viscérale remplaçant physiologiquement le thorax absent, faute de côtes. Les muscles forment dans la moitié ventrale du tronc des nappes propres à la cavité abdominale et capables de l'amplifier ou de la réduire. Il y a un vrai bassin et des membres de quadrupèdes. En un mot si au lieu de considérer le seul trait prétendu de nature amphibienne et consistant dans la présence de l'orifice postérieur des fosses nasales, on envisage l'architecture générale, la disposition des principaux appareils, surtout ceux de la vie de relation qui fixent la véritable nature de l'animal, sa formule morpho-cinétique, on voit qu'il y a opposition complète entre les deux types et que le passage de l'un à l'autre est invraisemblable. En effet

que deviendraient les individus lors des transformations profondes exigées pour passer de la ceinture et des muscles des poissons à ceux des amphibiens? Les formes *vraiment* intermédiaires par leur structure manquent absolument. Les dipneustes ne sont qu'un intermédiaire *idéal* entre les animaux à respiration branchiale et les pulmonés, ils ne sont aucunement une transition effective.

L'archæopteryx du jurassique inférieur est souvent considéré comme intermédiaire entre les reptiles et les oiseaux, parce que, avec des plumes, une forme et un comportement d'oiseau, il possède des dents, une longue queue et que sa main a été — à tort — rapprochée de celle des reptiles. Cette interprétation de l'archæopteryx constitue un exemple typique de l'abus des caractères considérés isolément et sans tenir compte de l'ensemble. Les dents et la longue queue ne sont aucunement des caractères de reptile, car les premières manquent aux tortues, où elles sont remplacées par un bec comme chez les oiseaux, et certains ptérodactyles ont une queue très courte. Voilà donc deux caractères qui ne prouvent pas le moins du monde la nature reptilienne de l'archæopteryx. Mais on invoque les côtes ventrales et la main que l'on a rapprochée de celle d'un lézard à trois doigts seulement. Or les côtes ventrales interviennent peut-être pour suppléer un sternum peu développé. Quant à la main, elle n'a de reptilien que ses métacarpiens non soudés à leur extrémité distale, mais ceux-ci ne sont pas non plus soudés et confondus chez l'autruche; d'autre part la main ne peut se fléchir ventralement comme le fait toute main, mais seulement dans le sens cubital, comme les vraies ailes (1). Qu'y a-t-il donc de vraiment intermédiaire chez l'archæopteryx? Ce ne sont pas ses plumes, parfaitement conformées, sa bipédie tout à fait

(1) *Membres et ceintures*, p. 223-227.

comparable à celle d'un oiseau, comme sa tête qui, bien que pourvue de dents, a la forme de celle d'un oiseau avec les proportions relatives de la face et de la boite cranienne si différentes de celles des reptiles, où la face l'emporte beaucoup sur la cavité cérébrale infiniment réduite. L'archaeopteryx est un oiseau, comme l'ont reconnu Dames et Depéret, ses plumes indiquent un animal à sang chaud, son comportement était celui d'un oiseau non voilier et il ne pouvait probablement se servir de ses ailes que comme d'un parachute, c'était une sorte de ratité, une forme aberrante comme on en voit tant, mais ce n'était à coup sûr pas un intermédiaire entre *deux classes* (reptiles et oiseaux) comme on veut souvent nous le présenter. Les affinités avec les reptiles ne sont pas douteuses, mais elles ne sont pas plus marquées que celles des autres oiseaux, elles appuient l'idée de la réunion de ces deux classes dans le groupe des sauropsidés, mais, ces rapprochements opérés, il est clair que l'archæopteryx ne fait nullement comprendre comment un reptile a pu devenir un oiseau, et surtout comment il aurait pu acquérir peu à peu, et par gradations réalisées au cours de la vie, les différences capitales du squelette, de la locomotion, du développement de la nutrition et de la calorification, qui caractérisent dans les sauropsidés le groupe des oiseaux.

On cite aussi souvent comme forme intermédiaire très probante entre mammifères ordinaires et cétacés le *Zeuglodon,* cétacé de l'éocène qui possède, contrairement aux représentants de ce groupe, un bras pourvu d'un coude mobile, des dents non uniformes comme celles des cétacés actuels, mais des incisives, des canines et des molaires (ces dernières à deux racines et à couronne compliquée), enfin un crâne avec narines horizontales placées à l'extrémité du museau allongé et non disposées verticalement au-devant de la boîte cranienne. Ces trois caractères sont évidemment intermédiaires entre les formes envisagées,

comme on le dit, mais peut-on en dire autant de l'animal entier? Évidemment non. *Zeuglodon* est déjà un cétacé par la forme de son squelette répondant à l'adaptation toute nouvelle de la queue à la fonction locomotrice et par la réduction du bassin et des membres postérieurs qui en résulte. Il est bien évident que les parties molles ont dû subir les changements qu'elles présentent dans les cétacés (transport du périnée à la face ventrale, allongement des poumons et horizontalité du diaphragme) et que sous tous ces rapports *Zeuglodon* est un vrai cétacé, et non pas une forme intermédiaire, qui ne peut exister entre mammifères se mouvant à l'aide de leurs pattes comme le font tous les autres et à l'aide de leur seule queue comme le font les pisciformes seuls (1).

En un mot *Zeuglodon* nous montre certains états organiques qui, considérés isolément, peuvent être intermédiaires à d'autres, mais lui-même est un type déjà parfaitement conformé dans son ensemble pour la vie qu'il doit mener, et la preuve qu'il en est bien ainsi, c'est que l'on trouve des animaux qui ont subi eux aussi une adaptation parallèle à la sienne et qui ont gardé jusqu'à nos jours ces caractères que l'on prétend intermédiaires entre deux étapes de développement : ce sont les siréniens. Ceux-ci, qui appartiennent à un tout autre type d'organisation que les cétacés (au type herbivore ou ongulé), sont aussi vieux que ces derniers, et ont comme eux pour principal appareil locomoteur leur queue. Or cette adaptation a entraîné la réduction du bassin et des membres postérieurs, le transfert ventral du périnée, comme chez les cétacés, mais le membre antérieur est resté cubité, et la tête a gardé beaucoup plus des caractères ordinaires. Elle est courte et non allongée comme chez les cétacés, ses narines s'ouvrent en avant, non sur le sommet du crâne, il y a un cou assez long formé de vertèbres libres,

(1) Voyez *Membres et ceint.*, p. 391 et suiv.

tandis qu'elles sont plus ou moins confluentes et raccourcies chez les cétacés. Pourquoi ces différences? Parce que les deux formes répondent à deux idées différentes. Les siréniens sont des pisciformes qui vivent sur les bords des rivages et peuvent s'appuyer sur le fond à l'aide de leurs bras pourvus d'un coude libre, c'est-à-dire capables de les soulever. Bons nageurs, ils sont loin cependant d'égaler les cétacés qui sont les plus rapides des mammifères et qui se meuvent dans l'eau avec une bien plus grande facilité.

Comment s'est formé le type cétacé? On l'ignore absolument et toutes les tentatives faites pour l'établir n'ont abouti qu'à des contradictions. Ce que l'on sait c'est qu'il existe des mammifères très bien adaptés (bien que non exclusivement) à la vie aquatique, les otaries par exemple, qui gardent leurs quatre membres parfaitememt développés, et s'en servent pour progresser à terre. Il existe bien d'autres quadrupèdes qui vivent en partie dans l'eau et dont le squelette et les parties molles n'ont pas subi des transformations comparables à celles que montrent les cétacés. Il faut donc renoncer à nous dire que la fonction fait l'organe et que leur genre de vie a créé les cétacés. On devra se contenter de constater que, parmi les divers membres d'une même classe, il en est toujours qui sont adaptés aux fonctions les plus différentes (vol, vie aquatique, divers modes de vie terrestre), et qu'avec l'organisation fondamentale de la classe, en gardant ses particularités essentielles et surtout ses propriétés physiologiques résultant du développement des tissus et des appareils de nutrition, ils ont réalisé d'emblée un type adapté à chacun de ces genres de vie. Que si l'on peut trouver dans certaines de leurs parties des structures intermédiaires avec d'autres, ou plutôt qui gardent des dispositions usitées ailleurs, cela n'indique pas du tout un stade de leur dérivation supposée de ces autres formes, mais un intermédiaire physiologique ou fonctionnel, dans

des fonctions trop peu importantes pour rien changer d'essentiel à la vraie nature de ces êtres. Celle-ci, qui repose sur un grand nombre de dispositions anatomiques ou histologiques corrélatives, comme on le verra plus loin, résulte uniquement de l'ensemble de l'organisation et de la forme. Seul cet ensemble donne à l'être à la fois sa valeur morphologique, c'est-à-dire sa place dans la série des types organiques, et sa signification physiologique, c'est-à-dire sa place dans la nature, son genre de vie, son comportement spécial.

La meilleure preuve que les formes de transition n'existent pas en réalité, c'est l'impossibilité où se sont trouvés les paléontologistes de relier entre eux les différents rameaux des arbres généalogiques, comme on le verra plus loin, et la nécessité de créer de toutes pièces les formes primitives ou synthétiques, à laquelle ont été contraints tant de zoologistes depuis Haeckel. Ces formes imaginaires ne répondent à aucun être ayant vécu, mais seulement à des formes-ébauches ou à des embryons. Et il ne peut en être autrement. Tous les changements de quelque importance, capables de donner naissance à un type nouveau, doivent s'effectuer simultanément, d'après la loi de corrélation, et ne peuvent le faire qu'à un moment où les parties sont encore embryonnaires, c'est-à-dire formées par les feuillets de l'embryon n'ayant pas encore subi de différenciations marquées, ou si l'on veut par ces ébauches que l'on appelle la gouttière médullaire, les protovertèbres, les bourgeons des membres, etc., etc. Dès que ce moment est passé il est illusoire de prétendre obtenir d'un animal une modification sensible de sa structure ou de sa conformation, et les seuls changements possibles ne portent que sur des détails secondaires : pigmentation, engraissement, accroissement de parties superficielles, griffes, cornes, etc., sans influence sur le type d'organisation.

Les corrélations.

Tout organisme étant constitué de parties qui coopèrent, il y a forcément entre ces diverses parties et le tout qu'elles forment, des rapports de position, de grandeur, d'actions réciproques, qui constituent les corrélations. Les corrélations n'avaient point échappé aux anciens. « Dans l'être vivant, disait Hippocrate, tout concourt, tout conspire à assurer la vie ».

Mais les corrélations ont surtout été mises en évidence par Cuvier. « Tout être organisé, disait-il, forme un ensemble, un système unique et clos dont les parties se correspondent mutuellement et concourent à la même action définitive par une action réciproque. Aucune de ces parties ne peut changer sans que les autres changent aussi. Si les intestins d'un animal sont organisés de manière à ne digérer que de la chair récente, il faut aussi que ses mâchoires soient construites pour dévorer une proie; ses griffes pour la saisir et la déchirer; ses dents pour la couper et la diviser; le système entier de ses organes du mouvement pour la poursuivre et pour l'atteindre, etc., etc. »

Appuyé sur le principe des corrélations, Cuvier put reconstituer bien des vertébrés qui avaient vécu dans les périodes géologiques, et dont on ne possédait que des fragments. Les résultats vraiment merveilleux qu'il obtint ainsi contribuèrent largement au succès de sa doctrine. Il commit, il est vrai, quelques erreurs que l'on trouvera plus loin, mais ses interprétations furent cependant en majeure partie confirmées par les découvertes ultérieures, et les paléontologistes qui ont critiqué le principe des corrélations sont contraints de l'appliquer eux-mêmes, parce qu'une pièce osseuse isolée ne peut être comprise qu'en essayant de la relier à d'autres,

qu'en la faisant entrer dans un système squelettique complet.

Cuvier s'appliqua surtout à décrire les corrélations en rapport avec la fonction et la forme macroscopique des organes, en un mot les corrélations qui sont du domaine de l'anatomie, et il ne pouvait en être autrement à son époque. Les progrès de la science ont permis de mieux analyser les corrélations générales, par exemple en histologie, mais ils n'ont rien ajouté d'essentiel à l'idée très juste que s'en était faite Cuvier.

Les corrélations portent toujours, par définition même, sur un grand nombre sinon sur toutes les parties de l'organisation. Mais les corrélations anatomiques se présentent sous des aspects divers à cause de leur très inégale extension. Les unes se rencontrent dans certains points limités de l'organisme où elles sont en rapport avec les diverses modalités fonctionnelles que cette région peut présenter, ce sont les *corrélations locales*, d'autant plus nettes qu'elles permettent une fonction plus spécialisée. Les autres s'étendent à l'anatomie tout entière, aux proportions des régions, à leur puissance relative, et ce sont les *corrélations architecturales*.

Un bon exemple des premières est donné par les relations très étroites qui existent entre la constitution et la forme de l'articulation temporo-mandibulaire des mammifères et leur genre de vie.

Comme corrélations architecturales on peut citer tous les arrangements du squelette, des muscles et des viscères qui assurent la locomotion des animaux et particulièrement leur équilibration dans l'air ou dans l'eau. Mais il y a bien des manières d'obtenir cet équilibre et comme ces corrélations exigent la considération de toutes les parties de l'organisme, elles échappent plus facilement aux yeux que les corrélations locales. Elles n'en sont pas moins très réelles, et permettent seules de prendre une idée juste des êtres examinés. Ainsi la nature d'un

oiseau consiste beaucoup moins dans tel ou tel détail de sa structure que dans l'ensemble des corrélations architecturales qui en font un bipède à tronc horizontal, capable de voler.

Les corrélations étant inséparables de l'organisation, elles s'observent à tous les degrés de celle-ci, dans la disposition relative des micelles protoplasmiques et des phases de la substance vivante, aussi bien que dans les organes, les appareils, les systèmes organiques, les individus et les colonies. D'autre part, comme l'ensemble des êtres vivants forme lui-même un tout lié dont les diverses parties s'influencent réciproquement et se complètent, il y a des corrélations d'un ordre supérieur aux corrélations organiques, ce sont les corrélations systématiques.

Le mot de corrélation ne peut être appliqué qu'à des dispositions *complémentaires*, c'est-à-dire coordonnées entre elles de manière à s'additionner ou à se compléter. On ne saurait l'employer pour désigner des faits solidaires entre eux, mais qui sont sans influence sur le bien ou sur le perfectionnement des fonctions. Darwin, par exemple, regardait comme des corrélations les faits que les chats blancs pourvus d'yeux bleus sont généralement sourds et que les chiens sans poils ont une dentition imparfaite. Bergson a fait ressortir avec juste raison cette impropriété de termes, cause de regrettables confusions (1).

Les corrélations ne se rapportent pas seulement à la forme et à la disposition des organes, mais aussi à leur structure histologique. Dans chaque embranchement les tissus correspondants ont une constitution spéciale en rapport avec le reste de l'organisation. L'épithélium cutané d'un arthropode, qui sécrète la cuticule chitineuse, est très différent de celui d'un mollusque qui fabrique la coquille, ou de l'épiderme d'un vertébré. Il en est de

(1) Bergson (H.), *L'évolution créatrice*. Paris, 1907, p. 72.

même pour les autres tissus, conjonctifs, musculaires et nerveux.

Le fonctionnement général d'un mollusque n'est pas celui d'un arthropode et ces différences sont en rapport avec la composition de leurs tissus, avec les proportions relatives de chacun de ceux-ci, comme le montre par exemple le développement énorme des dérivés du feuillet moyen chez les vertébrés, par rapport aux épithéliums de revêtement, vis-à-vis de ce qu'il est chez les arthropodes.

On pourrait distinguer autant de formules générales de corrélations anatomo-histologiques que de grandes catégories systématiques : embranchements, classes, ordres, en tenant compte bien entendu de la hiérarchisation de ces catégories.

On a indiqué plus haut les formules morpho-cinétiques et par conséquent les corrélations essentielles des grands embranchements. On pourrait faire la même chose pour les classes, mais dans l'impossibilité de les passer toutes en revue, nous en donnerons au moins un exemple. Chez les vertébrés la classe des mammifères repose autant sur la constitution particulière et sur les propriétés de ses tissus que sur le perfectionnement de certains appareils, parce que ces propriétés s'étendent à tous, tandis que le développement des organes peut présenter une telle échelle de gradations qu'il y a de grandes différences entre les types extrêmes. Le cerveau de l'homme surpasse d'une manière incroyable celui d'un monotrème, mais ces deux espèces ont le même tégument porteur de poils, avec le même épiderme, pourvu d'une couche granuleuse, avec un derme muni de papilles. Toutes deux ont les mêmes globules rouges sans noyaux, même tissu conjonctif avec ses nombreuses variétés, même tissu osseux, provenant en grande partie d'ossification enchondrale, et comportant pour les os la présence d'épiphyses distinctes. Toutes deux ont aussi un thorax sterno-costal,

distinct de la ceinture scapulaire et capable de mouvements propres qui, combinés avec ceux d'un diaphragme musculaire, exclusivement mammalien, permettent une ventilation pulmonaire régulière et tout ce qui s'ensuit. Toutes deux aussi ont subi le cloisonnement du cloaque interne conduisant à la formation d'un sinus uro-génital qu'on ne rencontre jamais en dehors des mammifères, et l'énumération pourrait être continuée.

Un reptile ne diffère pas seulement des mammifères parce qu'il n'a qu'un condyle occipital et d'autres traits d'anatomie différents de ceux des mammifères, mais parce que son tégument est tout autre que celui de ces derniers. Son épiderme n'a pas de couche granuleuse et sa surface, fortement cornée, ne subit qu'une desquamation annuelle, coïncidant avec une crise générale de la nutrition qui ne s'observe pas chez les mammifères. Son derme n'a point de papilles. Il ne possède point de poils. Son tissu osseux doit peu à l'ossification enchondrale, ses épiphyses sont bien différentes de celle des mammifères, comme la distribution de sa graisse, son excrétion faite d'acide urique et non d'urée, etc., etc.

Et si, reprenant un à un les ordres de mammifères, on pouvait exposer les différences de leur fourrure, de leurs propriétés générales en rapport avec leur constitution intime, il serait facile de voir que les caractères donnés classiquement pour ces ordres sont peut-être commodes pour les classer, mais bien insuffisants pour nous les faire connaître.

Les corrélations sont infiniment multiples et enchevêtrées, nous les connaissons encore très mal, parce que nous sommes plus attirés par la surface que par le fond des choses. Cependant leur connaissance nous serait très nécessaire pour bien comprendre la nature des êtres vivants. Faute de pouvoir en multiplier les exemples comme il le faudrait, nous en citerons seulement quelques-uns, très frappants.

Il existe parmi les vertébrés des formes adaptées à la même fonction générale, par exemple au vol, ce sont les ptérosauriens (reptiles), les oiseaux, les chauves-souris (mammifères). Or le squelette de l'aile dans chacune de ces formes présente des corrélations étroites avec le tégument. Chez les reptiles et les mammifères où la surface portante de l'aile est formée par un pli de la peau, cette surface doit être soutenue par un ou plusieurs doigts allongés en rayons et qui lui forment comme des nervures. Le squelette de la main garde une forme assez voisine de la forme générale, avec des métacarpiens indépendants les uns des autres et des doigts construits sur le modèle habituel bien que très longs. Chez les oiseaux, où la surface portante est fournie par les plumes (rémiges), le squelette de la main est tout à fait changé pour fournir à celles-ci une surface d'insertion très résistante. Les deux métacarpiens principaux restants (troisième et quatrième) s'allongent beaucoup — jusqu'à atteindre une longueur équivalente à la moitié de celle du tronc, ce qui n'arrive jamais ailleurs — et se soudent à leurs deux extrémités, fait également absolument exclusif à cette main. Ils forment ainsi un cadre solide sur lequel s'appuient les rémiges. Le troisième doigt, seul bien conservé, car il a encore deux phalanges, tandis que le quatrième est réduit à une seule, est aussi élargi pour donner insertion aux deux premières rémiges, et ainsi s'établit un squelette absolument spécial, en corrélation avec la présence de plumes, et aussi avec d'autres dispositions que nous verrons plus loin.

Ainsi pour former l'aile dans les différents vertébrés où elle existe, la nature se sert avant tout des moyens qui sont mis à sa disposition par la constitution de l'animal, les plumes par exemple, ou un repli de peau, et l'emploi de l'un ou de l'autre de ces procédés empruntés à un système, apparemment très inférieur au squelette,

comme le système cutané, influe considérablement sur la constitution du squelette lui-même, regardé comme bien plus important.

La formation de ces ailes fait ressortir deux lois générales d'importance capitale : la première c'est qu'une forme volante appartenant à une classe des vertébrés ne peut pas dériver directement des formes volantes d'une autre classe de ce groupe. Les oiseaux, par exemple, ne peuvent pas être sortis des ptérodactyles, d'ailleurs à peine plus vieux qu'eux, géologiquement, et une chauve-souris ne peut provenir ni d'un oiseau, ni d'un reptile Il y a en effet trop de différences, non seulement dans leurs ailes, mais encore dans tout leur squelette, sur lequel le retentissement de la constitution de l'aile se fait profondément sentir, et dans toute leur anatomie viscérale, pour que l'on puisse songer à une telle dérivation, et les transformistes orthodoxes l'ont toujours soigneusement laissée de côté.

La seconde, c'est que les corrélations s'accordent très mal avec un développement progressif obtenu à petits coups, comme celui qui est invoqué dans le transformisme classique. Si en effet l'on cherche à comprendre comment une chauve-souris, et l'on pourrait dire aussi bien un dauphin, un phoque, un monotrème ou un homme, auraient pu se former graduellement à partir de formes plus générales, même aussi voisines d'eux que parait l'être pour l'homme celle des grands singes, on ne peut discerner quel appareil aurait été le point de départ de la modification aboutissant à ces formes, et une analyse anatomique sévère montre l'impossibilité de faire dériver d'aussi grands changements de la transformation d'un seul organe. Tout paraît devoir s'être formé simultanément (1).

Il y a d'ailleurs des cas où cette simultanéité s'impose

(1) *Membres et ceintures*, p. 359-430.

absolument. Chez les formes qui exigent une équilibration très délicate par rapport à leur milieu, telles que les formes volantes ou nageantes, il est évident que tout doit se modifier à la fois et aboutir d'emblée à un résultat suffisant. La *loi du tout ou rien*, si fréquemment rencontrée en biologie, intervient ici d'une manière constante. Il ne s'agit pas d'ailleurs de lui demander d'un seul coup toutes les perfections que l'on pourra trouver par la suite, mais du moins un arrangement général, assez différent de celui de la forme initiale supposée, pour assurer les conditions indispensables à l'adaptation envisagée. Un oiseau doit avoir à la fois un corps ovoïde, à gros bout avant (Amans), indéformable dans le vol (rigidité du fuselage des avions) et dont le centre de gravité, situé au-dessous de l'attache des ailes, pourra être déplacé légèrement en avant ou en arrière par les mouvements de la tête, des pattes ou de la queue. Ces conditions sont assurées par la soudure des vertèbres dorsales, par l'étendue du bassin dont le sacrum capte une grande longueur du tronc, par la constitution de la ceinture pectorale et du sternum, enfin par la longueur du cou et la légèreté de la tête facilitant les déplacements de celle-ci. D'ailleurs la rigidité de la charpente du tronc pendant le vol exige une adaptation particulière de l'appareil respiratoire qui est réalisée par la présence des sacs aériens et des circuits bronchiques (voyez p. 98), lesquels vont nécessairement avec les plumes dont on a vu d'autre part l'influence sur le squelette de l'aile, et qui sont elles-mêmes certainement en rapport avec une circulation double et complète permettant une calorification intense. On objectera peut-être que chez l'archæopteryx il ne peut être question de toutes ces corrélations. Ce n'est pas certain; en tout cas, comme elles existent même chez les oiseaux actuels qui ne volent pas, il est évident que l'organisation à laquelle elles appartiennent n'est pas étroitement et exclusivement

consacrée à l'adaptation au vol, mais qu'elle peut exister et se conserver pendant fort longtemps, de l'archæopteryx aux ratités actuels, indépendamment du vol.

Quelques mots sur les traits essentiels de l'organisation des cétacés compléteront ce premier exemple. Ce sont des animaux pisciformes dont le corps, plus ou moins ovoïde à gros bout avant, se termine par une queue motrice très puissante qui se continue graduellement avec le tronc, contrairement à ce que l'on voit chez les autres mammifères. Chez ceux-ci la queue, qui continue la colonne vertébrale, est à peine plus forte que l'axe squelettique lui-même et va d'ailleurs en s'amincissant. Le tronc se termine en arrière par le plan périnéal comprenant l'orifice anal situé immédiatement sous la queue; une bande transversale plus ou moins large, le périnée, et enfin l'orifice urogénital ou le canal correspondant qui vient se placer immédiatement en arrière de la symphyse du bassin. Le plan périnéal est à peu près transversal. Chez les cétacés la forme de la queue et son passage graduel dans le tronc exigent le déplacement du plan périnéal qui, de transversal qu'il était d'abord, devient très oblique et presque parallèle à la colonne. En un mot le périnée est ventral et sur le profil inférieur de l'animal. Cette situation est incompatible avec la présence d'une symphyse osseuse parce que, dans les battements de la queue qui se font verticalement, et non horizontalement comme chez les poissons, l'orifice urogénital, placé immédiatement derrière la symphyse, serait écrasé contre celle-ci et ses parois exposées à de sérieux dommages. Mais le bassin est réduit à sa partie essentielle, celle qui répond au point où chez l'embryon le précartilage du membre s'implante sur le tronc, et constitue un os de forme variable, perdu dans les chairs et sans connexion avec la colonne vertébrale ni avec celui du côté opposé. Il n'y a ni articulation sacrée ni symphyse. De cette manière les orifices naturels ne sont

point gênés, et les muscles inférieurs de la racine de la queue peuvent se développer d'une manière importante. La queue peut ainsi accomplir sa nouvelle fonction motrice avec une grande perfection. D'autres corrélations s'observent encore, en rapport avec le mouvement et avec l'équilibre de l'animal, comme le raccourcissement du cou, l'allongement du tronc et des poumons, la disposition horizontale du diaphragme, le déplacement des narines qui deviennent verticales et s'ouvrent au sommet de la tête, de telle façon que l'animal restant horizontal, dans sa position de chasse à la surface, elles peuvent accomplir leur fonction dès qu'il effleure celle-ci, et sans changer son équilibre.

Tout cet ensemble de dispositions liées n'a pu être obtenu que par des changements simultanés. Il est impossible d'imaginer une première modification légère, comme celles que l'on peut admettre dans des organismes achevés, et qui ait entraîné secondairement des changements aussi profonds, parce que ces changements ne peuvent donner un résultat que s'ils atteignent dès le début une importance suffisante pour permettre la nouvelle fonction à laquelle ils sont affectés.

Une étude attentive de l'appareil locomoteur des mammifères aboutit toujours à la même conclusion; les phénomènes organogéniques ont toujours dû être liés dès leur apparition, et une description sériée ne peut en être donnée que pour obéir aux exigences de l'exposition. On en trouvera nombre d'exemples dans *Membres et ceintures,* en particulier de la page 350 à la page 430 (1).

(1) L'impossibilité d'obtenir les corrélations si remarquables des organismes par l'accumulation et la convergence de variations infimes, dont les premières ne servaient à rien au début, n'a pas échappé aux philosophes. Bergson a fait remarquer qu'un tel résultat est « une improbabilité mathématique qui équivaut à une impossibilité physique absolue ». Cf. Jacques Chevalier (*Revue des Cours et Conf.*, 27e année, 1926, p. 556). J. Chevalier insiste aussi

Le principe même des corrélations ne saurait être douteux, cependant les corrélations ont parfois donné lieu à des critiques. Pourquoi? D'abord parce qu'il a été appliqué à tort, dans certains cas, par son auteur lui-même. Encouragé par les merveilleux résultats qu'il en avait obtenus et dont les cinq in-quarto des *Ossements fossiles* sont une preuve éclatante, Cuvier a cru que des pièces aussi spéciales qu'une dent ou une phalange terminale pouvaient permettre d'affirmer l'existence d'un être appartenant à un ordre donné. C'est ainsi qu'il avait pris les phalanges de *Chalicotherium* pour celles d'un pangolin gigantesque alors que c'était un simple herbivore, et qu'il avait fortement varié sur la nature du *Dinotherium*. Aussi des paléontologistes comme Gaudry, Osborn, Boule, s'élevèrent-ils à différentes reprises contre les corrélations. Osborn synthétise leur opinion en disant qu'il n'y a pas d'invariable association entre les différentes parties des mammifères, qu'il y a un nombre illimité de combinaisons entre pieds, membres, crâne et dents. Sans doute, mais cela ne prouve pas que, dans chacune de ces innombrables combinaisons, la loi de corrélation ne joue pas, et que leurs différentes parties n'aient pas à répondre aux relations nécessaires imposées par leurs fonctions, par leur rôle réciproque et vis-à-vis de l'ensemble. Cuvier s'est trompé simplement parce qu'il s'est trop fié aux connaissances de son temps relativement au nombre de combinaisons possibles, bien qu'il ait fait allusion lui-même à ces organes superficiels dont « le nombre des variétés devient si considérable que tous les travaux des naturalistes n'ont pu parvenir encore à en donner une idée » (1). Il ne s'est pas trompé sur son principe, dont les paléontologistes ne peuvent se passer, comme on

longuement sur cette impossibilité dans le chap. VI de son *Bergson*, Plon. Paris, 1926.

(1) Cuvier, (G.), *Leçons d'anatomie comparée*, 2e édit., t. I, p. 59.

l'a vu plus haut (1), il s'est trompé dans ses applications.

D'un autre côté, certains auteurs, agacés par des applications un peu puériles des causes finales, et philosophiquement très opposés à l'existence de ces dernières, ont réagi fortement contre l'idée des corrélations. L'un des derniers qui aient exprimé une semblable opinion est Rabaud, qui a considéré les corrélations comme inexistantes et comme de simples coïncidences (2).

Il paraîtra sans doute difficile à tout mécanicien occupé à construire des appareils de locomotion aquatique ou aérienne, en particulier, de le suivre sur ce terrain et d'admettre qu'il n'y a pas de rapports nécessaires entre les différentes parties d'un mécanisme comme l'est le corps de tout animal. Rabaud s'appuie pour soutenir son opinion sur le fait que beaucoup de structures ne sont pas exactement appropriées à la fonction qu'elles exécutent et que l'on a considérablement exagéré leur perfection. Ainsi il rogne à des insectes jusqu'au tiers de leurs ailes et il trouve qu'ils volent aussi bien. L'expérience qui réussit dans un laboratoire, le ferait-elle aussi bien à l'air libre et l'animal ne serait-il pas sérieusement désavantagé s'il était remis dans son milieu? C'est un point qu'il serait intéressant de décider. Mais cette observation ne prouve rien contre l'adaptation et les corrélations. Elle montre simplement que la surface des ailes est peut-être plus grande qu'il ne le faudrait strictement. Or ce n'est qu'un cas particulier d'une loi très générale de l'organisation. Jamais tous les culs-de-sac sécréteurs d'une glande digestive ne fonctionnent et ne s'épuisent à la suite d'un repas, même copieux. Les fibres d'un muscle sont beaucoup plus nombreuses qu'il ne le faut pour son travail habituel et ne se contractent pour ainsi dire jamais toutes ensemble. Les poumons ont une surface respira-

(1) Voyez p. 114.

(2) Rabaud (E.). *Les phénomènes de convergence en biologie.* Suppl. au *Bulletin scient. de la France et de la Belgique*, t. VII, 1925.

toire bien supérieure à celle qui serait strictement nécessaire à la conservation de la vie, comme le montre la survivance de tuberculeux atteints de lésions étendues ou même l'opération dite pneumothorax. Le système nerveux central de l'homme renferme des quantités de connexions qui ne sont que très rarement utilisées. Tout homme peut nager, et faire tous les mouvements spéciaux des différents jeux ou des différentes professions. Combien les effectuent réellement?

Rabaud considère aussi les différents genres de vie d'une manière trop superficielle et sans tenir compte des nuances. Lorsqu'il dit par exemple qu'un ours polaire est adapté à la vie aquatique comme un phoque ou un cétacé, bien que ces trois formes aient une structure essentiellement différente, que par conséquent adaptation et corrélation sont de pures imaginations, il oublie que la vie aquatique ne consiste pas simplement à pouvoir se mouvoir et s'alimenter dans l'eau, mais dans la qualité de ce mouvement, dans sa durée, sa vitesse, etc., etc. L'ours blanc est un carnivore qui a pu s'adapter assez bien, mais très incomplètement cependant à la vie aquatique (brièveté de ses plongées comparée à la durée de celles des cétacés, insuffisance de la rapidité de sa nage, impossibilité pour lui de vivre quelque temps en haute mer, etc.). On pourrait en dire autant pour les loutres marines. Les cétacés ont réalisé des adaptations multiples et très réussies à cette vie aquatique.

L'horreur des causes finales ne doit cependant pas aller jusqu'à faire rapprocher les uns des autres les mouvements ondulatoires de la colonne vertébrale, sans s'inquiéter de leur direction horizontale ou verticale, et de la manière dont ils sont réalisés conformément à la constitution du squelette et à celle des muscles. Ces mouvements sont cependant bien différents chez un téléostéen ou chez un sélacien, dans un lézard, dans une loutre, dans un phoque ou dans un cétacé, et ces différences ne sont pas

sans rapport avec l'anatomie de ces différentes espèces. Cette anatomie si méprisée trouve dans de légères saillies osseuses des repères qui guident la main du chirurgien dans la remise en place d'un membre fracturé et lui fournissent des indications pour que tout soit replacé dans la position favorable. Si la consolidation se fait sans cette précaution, le blessé marchera sans doute, mais il marchera moins bien et perdra une grosse partie de sa valeur fonctionnelle. C'est que la position exacte des parties dans le squelette, leur forme et leur mode d'articulation ne sont pas de simples coïncidences sans portée, mais le fait de corrélations indéniables, et que ces corrélations sont indispensables pour l'accomplissement le meilleur de la fonction.

Gegenbaur, transformiste et anatomiste célèbre, a fait remarquer que « la vie étant l'expression harmonieuse d'une somme de phénomènes se causant les uns es autres... l'organisme est forcément un tout individuel qui dépend de ses parties comme chacune d'elles commande les autres » (1). C'est indubitable, et les transformistes n'ont pas été hostiles tout d'abord à la loi des corrélations. Beaucoup le sont devenus lorsqu'ils se sont aperçus que les corrélations exigeant une simultanéité inévitable, une sorte de *prévision* ou de *préadaptation* (2), elles étaient contraires à leur manière de concevoir l'évolution par changements graduels progressivement accrus, produits sous l'influence de causes purement mécaniques, ou du hasard.

(1) Gegenbaur (C.), *Manuel d'anatomie comparée*. Trad. C. Vogt, Paris, 1874, p. 69.

(2) La notion de préadaptation a pris depuis quelques années une grande importance. L. Cuénot, qui l'a développée à diverses reprises, fait remarquer (*Genèse des espèces*, 2e éd., 1921, p. 450-451) que la préadaptation s'impose. Les espèces qui peuplent les places vides de la nature n'auraient pas pu le faire si elles n'avaient d'abord été adaptées aux conditions de celles-ci. Seule cette adaptation préalable leur a permis de passer à travers les mailles du filtre qui arrête toutes celles qui ne la possèdent pas.

CHAPITRE V

L'UNITÉ DE DÉVELOPPEMENT

La notion plus ou moins confuse d'une échelle animale, qui a hanté depuis longtemps l'esprit des naturalistes, devait forcément conduire à regarder les différentes phases du développement d'un animal supérieur comme la répétition des termes successifs de cette série. Dès 1628, Harvey formula cette idée d'une manière très claire dans la phrase suivante : « Passant toujours par les mêmes degrés, chaque animal se forme en traversant, pour ainsi dire, les différentes organisations de l'échelle animale, devenant tour à tour : œuf, ver, fœtus, et, dans chacune de ces phases, arrivant à la perfection (1). »

On a vu dans le chapitre premier comment cette conception fut developpée, à la fin du dix-huitième siècle et au début du dix-neuvième, par Kielmeyer, par Ét. Geoffroy, puis par Serres et par Meckel.

Les premières phases du développement exigeant, pour être suivies, l'emploi du microscope, restèrent nécessairement en dehors de l'action de Serres, de Meckel et de leurs émules.

Il était réservé à Haeckel de les faire entrer dans le même cadre et il le fit d'une manière si étendue et si brillante qu'il est le véritable initiateur de tout ce qui touche à cette question, en quelque sorte recréée par lui.

(1) HARVEY, *Traité des mouvements du cœur*. Trad. Ch. Richet. Paris, Masson, 1892.

Il affirma que la phylogenèse (développement du règne animal) était la cause mécanique de l'ontogenèse (développement individuel) et que celui-ci présentait toujours une série d'étapes correspondant à autant de formes fixes marquant les degrés successifs du développement de l'animalité *(loi biogénétique fondamentale)*.

La loi biogénétique fondamentale; les ébauches.

Pour Haeckel, l'ontogenèse de tout métazoaire comprend les stades suivants : cytula ou œuf fécondé = cellule primitive ou protozoaire; morula, œuf segmenté = colonie pleine de protozoaires; blastula, germe vésiculaire = colonie creuse de protozoaires *(Volvox)* (1); gastrula, organisme invaginé à double paroi = *Hydra*. Au delà de cette forme se continuaient les stades : cœlomula, germe à poches cœlomiques *(Sagitta)*; chordula, germe à tube médullaire et chorde (larve d'ascidie); spondula, à mésoblaste segmenté métamériquement (larve d'*Amphioxus*); archicranula, à vésicules cérébrales primitives (larve de lamproie; et pour la phylogénie humaine les phases protamniote (*Hatteria*, reptile du permien); protomammifère (monotrèmes du trias); prochorié (hérisson du crétacé); prosimien (*Stenops*, éocène); cynopithèque (singe de l'ancien continent); anthropomorphe. Cette série, qui a du reste été remaniée plusieurs fois par Haeckel lui-même, et qui ne peut prétendre à aucune réalité, n'est rappelée ici que comme exemple de l'application de la loi biogénétique à l'ensemble du règne animal. Depuis longtemps on a renoncé à des tentatives aussi ambitieuses, pour se contenter d'applications partielles de la loi à un seul ou à un petit nombre de

(1) Les noms en italiques sont ceux de genres existants ou ayant existé.

groupes. Malgré cela les résultats discordants obtenus par les différents auteurs ont jeté beaucoup de discrédit sur ces sortes de spéculations, que l'on réserve de plus en plus à des cas très limités, comme l'évolution de familles ou de genres.

Cependant la loi biogénétique est acceptée par la majorité des biologistes. Mais ses partisans ne prétendent plus, comme le faisait Haeckel, la démontrer par de longues séries d'exemples concrets, que l'état de la science ne permet pas de réunir. Ils la comprennent simplement comme l'expression du fait que les formes compliquées dérivent de formes plus simples, — pour le moment le plus souvent encore indéterminées — qui les auraient précédées dans le temps.

Même sous cette forme atténuée la loi biogénétique ne peut pas être acceptée, car il est facile de montrer le caractère métaphorique des comparaisons faites entre les formes embryonnaires et les formes achevées, et d'expliquer par tout autre chose qu'une répétition ancestrale les rapprochements qui ont motivé ces comparaisons.

Pour suivre cette discussion, il importe d'avoir présentes à l'esprit les lois dans lesquelles von Baer résumait ses recherches embryologiques, et qui restent toujours vraies (1) :

1° Ce qui est commun à un plus grand groupe d'animaux se développe plus tôt dans l'embryon que ce qui est particulier;

2° De dispositions plus générales dérive quelque chose de moins général, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'enfin arrive ce qui est le plus spécialisé;

3° Chaque embryon d'un animal donné, au lieu de traverser les autres formes déterminées, se distingue au contraire de celles-ci;

(1) Von Baer. *Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere*. Theil I. 1828, p. 224.

4° Au fond, l'embryon d'une forme supérieure ne ressemble jamais à un autre animal, mais seulement à l'embryon de ce dernier.

Dans une série de publications échelonnées de 1898 à 1906 et terminées par le chapitre qui clôt le *Traité d'embryologie expérimentale et comparée des vertébrés* (1) dont il dirigea la publication, Oscar Hertwig a développé une critique serrée des questions qui se rapportent à la loi biogénétique.

Il a fait remarquer avec raison que les stades haeckeliens ne correspondent que métaphoriquement aux formes fixes qui leur sont comparées. L'œuf d'une poule rentre bien dans le concept de cellule, mais c'est une cellule absolument spéciale, à cause des potentialités qu'elle renferme et qui ne se rencontrent dans aucune autre. La gastrula d'un amphioxus et celle d'un échinoderme se ressemblent beaucoup, mais elles diffèrent complètement au fond l'une de l'autre et chacune donnera seulement un être semblable à celui dont elle provient, sans participer à aucun des changements dont sa prétendue semblable sera le siège pour donner à son tour son produit spécifique.

Les parties des embryons ne sont pas des organes, mais des ébauches d'organes, car elles sont formées de cellules embryonnaires ou non complètement encore différenciées, comme elles le seront chez l'être achevé. Elles comportent par exemple un revêtement épithélial venu soit de l'ectoderme, soit de l'entoderme, et une masse interne mésodermique ou mésenchymateuse qui se différenciera ultérieurement en muscles, tissus conjonctifs, cartilage, os. L'épithélium est d'abord simple s'il doit être stratifié par la suite et ses cellules ne présentent point encore les caractères de forme et de constitution que

(1) Hertwig Osc. *Handbuch der vergleich. und experim. Entwicke lungsgeschichte. Jena*, Fischer, 1906.

leurs descendantes auront chez l'adulte. Les ébauches d'organes correspondants se ressemblent donc beaucoup à cause de cette simplicité même, et peuvent être dites semblables dans un même embranchement, bien que leur devenir soit différent dans les divers types faisant partie de ce dernier *(loi d'isoschémie phylétique)*(1).

Les parties des embryons ne peuvent donc représenter des organes d'animaux inférieurs, mais seulement leurs ébauches, comme l'avait précisé von Baer dans sa IVe loi : « *L'embryon d'une forme supérieure ne ressemble jamais à un autre animal, mais seulement à l'embryon de ce dernier.* » Cette loi, qui est capitale et qui exprime très exactement les rapports des adultes et des embryons, a été complètement passée sous silence par Haeckel qui, s'appuyant d'autre part sur les autres lois du grand embryologiste, ne souffla mot de celle-ci, évidemment parce qu'elle ne s'accordait pas avec la loi biogénétique (2). Et comme les écrits des grands biologistes du début du dix-neuvième siècle sont généralement peu lus, la loi de von Baer est restée lettre morte jusqu'au moment où les écrits d'Hertwig l'ont remise en lumière. Mais à ce moment l'habitude était prise et la plupart des embryologistes étaient incapables de se défaire de l'idée de la récapitulation ancestrale dans l'embryogenèse, idée si attrayante et si commode pour la vulgarisation.

C'est pourtant la loi de von Baer qui donne la clé des choses en expliquant d'une manière très simple la méprise courante. Tous ces stades apparemment semblables ne le sont que par certains traits généraux conditionnés eux-mêmes par des nécessités biologiques ou mécaniques. Sous les aspects de cytula, morula, blastula, gastrula, nous ne trouvons dans le développement de

(1) Du grec *isos*, semblable, et *schéma*, ébauche (*Membres et ceint.*, p. 543).

(2) Voyez Vialleton (L.), *Un problème de l'évolution*. Coulet, Montpellier, 1908, p. 42.

l'individu ni la cellule initiale telle qu'elle était au début du monde vivant, ni les premières phases de l'évolution des colonies cellulaires. La cytula répond seulement au concept de cellule et la première cellule d'un embryon est bien plus qu'une cellule, car elle renferme tout le potentiel de l'espèce. La morula et la blastula ne sont que les premiers groupements des cellules filles de la précédente et destinés à faciliter les déplacements ou les glissements cellulaires nécessaires à la formation des feuillets. La gastrula n'est que le modèle simple de l'animal pluricellulaire. Toutes ces formes ne sont que les ébauches des formes fixes qu'elles sont censées répéter. A quel protozoaire répondrait cette cellule dépourvue de tout appendice, de tout squelette, de toute différenciation protoplasmique? A quel hydraire pourrait-on comparer cette gastrula dont l'ectoderme ne comprend que des cellules identiques, sans différenciations glandulaires, sensitives, musculaires? Et il en est toujours ainsi, à quelque phase du développement que l'on s'adresse, depuis les plus jeunes ou les plus générales, jusqu'aux plus avancées, déjà spécialisées et qui se rapportent à l'achèvement des organes.

Les comparaisons entre le développement de l'espèce et celui du groupe reposent toujours sur une conception schématique des parties, non sur leur constitution réelle. On compare les arcs branchiaux des amniotes à ceux des poissons, c'est aux premières phases de ces derniers arcs qu'il faudrait les comparer. On verrait alors que la présence de ces arcs chez les amniotes ne permet pas plus que celle de la chorde ou des protovertèbres, de conclure que ces animaux ont nécessairement passé par l'état branchié. En effet ces trois formations sont beaucoup trop générales pour avoir une signification ancestrale. Il suffit de penser aux diverses structures de la chorde dorsale ou de ses restes chez l'adulte, pour se rendre compte que l'idée de chorde, bien loin de répondre à un

organe caractéristique d'une forme ancestrale déterminée, se rapporte simplement à une ébauche essentielle de l'embryon, de forme très générale et très simple à ses débuts, et qui devient bien vite très diverse chez les adultes.

Le nominalisme que l'on saisit sur le fait en anatomie comparée se retrouve en embryologie, et dans les comparaisons que l'on fait on regarde trop souvent le schéma des parties, bien plus que leur nature vraie. La plupart des exemples de parallélisme entre l'ontogénie et la phylogénie constituent des erreurs de ce genre. Ils reposent sur des comparaisons purement nominales et d'autre part ils s'expliquent à merveille, indépendamment de toute idée de répétition ancestrale, par le fait que le développement va toujours du général au particulier, du simple au compliqué comme l'a montré von Baer, et que par suite ses phases présentent toujours certaines consécutions nécessaires. Les stades les plus avancés de l'ontogenèse obéissent aussi bien que les plus jeunes à ces lois de succession.

On dit que la main des oiseaux possède au début de son développement cinq rayons précartilagineux rappelant la main d'un ancêtre pentadactyle et qui seront réduits à trois par la suite. Mais si l'on examine la disposition réelle des parties on voit bien vite qu'elle n'est point une répétition ancestrale. En effet l'ébauche de la main, en forme de palette plus large et plus aplatie que d'habitude, est déjà légèrement inclinée du côté cubital du membre; ses prétendus rayons sont représentés tout d'abord par de simples festons du bord de la plaque précartilagineuse qui constitue à ce moment tout son squelette et sont au nombre de cinq. Les deux festons extrêmes ne tardent pas à disparaître, de sorte qu'il en reste seulement trois qui s'accroissent beaucoup, deviennent très longs et grêles, différant par là des rayons habituels. La largeur de la plaque précartilagineuse, son inclinaison cubitale et la longueur

des rayons persistants sont absolument propres aux oiseaux et indiquent déjà, dès le début, la direction spéciale que va prendre le développement. Il n'y a donc d'ancestral que l'idée de répétition, fondée sur l'existence des cinq rayons. Mais comme ceux-ci ne correspondent à aucune forme connue et ne tardent pas, dès qu'ils se précisent un peu, à prendre une forme propre, en rapport seulement avec l'organe qu'il vont former bientôt, il est clair que ce développement ne répète en réalité aucune structure ayant existé autrefois. Il réalise simplement une ébauche générale dont l'existence a une raison mécanique évidente, la nécessité pour le troisième rayon, qui va devenir le principal, d'être placé dans l'axe du membre. Or le moyen le meilleur et le plus sûr de fixer ainsi sa place c'est de faire sur le bord de la plaque précartilagineuse les festons susindiqués; chacun d'eux occupe une partie équivalente de ce bord et le troisième est bien au milieu. Il ne risque donc point de se développer trop en dehors ou trop en dedans. Il semble que la nature, dans le dessin primitif du précartilage de la main des oiseaux, a produit les cinq festons, non pour rappeler les rayons d'un ancêtre que l'on aurait peine à concevoir avec une main ainsi faite, mais comme un artiste qui fait une esquisse pour assurer l'exactitude de son dessin définitif.

Non seulement les comparaisons entre stades ontogénétiques et phases fixées du développement phylogénétique sont purement métaphoriques, mais souvent elles sont fondées sur de simples rapprochements fonctionnels entre des organes dont l'anatomie est trop différente pour qu'on puisse les sérier directement. On considère le cœur embryonnaire des mammifères, à ventricules communicants, comme représentant le stade reptilien de l'évolution cardiaque. Or il n'y a de commun entre eux que le fait de la communication ventriculaire, qui s'explique aisément parce que, le cœur étant au début simple, sa

dualité ne peut s'obtenir que peu à peu par la création d'une cloison. En dehors de cela ces deux cœurs diffèrent profondément. Celui des reptiles possède en effet, dans sa partie droite, une crosse aortique qui manque toujours aux mammifères, et qui est destinée à décharger dans la circulation générale l'excès du sang qui s'accumulerait dans la partie droite du cœur lorsque, par suite d'arrêts de la respiration, fréquents chez ces animaux, la circulation du sang est plus ou moins suspendue dans le poumon qui ne peut plus recevoir le sang qui lui vient du ventricule. Comme cette crosse se trouve même chez les crocodiles, à ventricules séparés, il est clair que le cœur des reptiles est bâti sur un modèle différent de celui des mammifères, et ne correspond pas plus à une phase du développement de ce dernier que celui-ci ne répète le cœur des reptiles. D'ailleurs, pour montrer avec quelle légèreté ces comparaisons sont faites, il suffira de rappeler que dans leur exposé on a souvent confondu le pertuis de Panizza, qui est entre les deux crosses aortiques chez les crocodiles, avec la lacune interventriculaire, et il ne manque pas d'interprétations aussi incorrectes.

D'autres fois on considère comme preuve de la loi biogénétique le fait qu'un organe présente dans quelques formes voisines des situations différentes qu'il réalise successivement dans l'ontogenèse d'une d'entre elles. C'est ce qui arrive pour le trou palléal des fissurellidés, qui fait communiquer avec l'extérieur la chambre respiratoire de ces animaux. Dans l'embryon de *Fissurella* ce trou commence par une échancrure du pourtour de la coquille. Cette échancrure se ferme en un trou qui, durant l'accroissement de la coquille, se déplace de plus en plus vers le sommet de celle-ci. Des situations intermédiaires de ce trou s'observent chez l'adulte dans les genres *Puncturella* et *Rimula*, enfin il reste à l'état d'échancrure. plus profonde chez *Emarginula*, plus faible chez *Hemitoma*. C'est un exemple très intéressant du développe-

ment continu d'un organe dans un groupe restreint ou, comme on dit, d'une orthogenèse (voyez p. 188). Mais ce développement porte sur une partie trop limitée pour être rapporté à loi biogénétique. Il intéresse seulement une des modalités possibles de l'ouverture de la cavité palléale, formation réservée à des mollusques parfaitement définis déjà, et il ne nous renseigne en rien sur les formes primitives de ces animaux ni sur les ancêtres que l'on pourrait leur attribuer.

Enfin à côté d'observations paraissant favorables à la loi biogénétique, il en est d'autres absolument contraires. L'inclinaison de l'ilion sur la colonne vertébrale chez les monotrèmes est moindre que chez les mammifères ordinaires; on la considérait donc comme intermédiaire à celle des reptiles dirigée d'arrière en avant et à celle des mammifères disposée en sens contraire. Quelle ne fut pas la surprise de Howes, étudiant le développement post-embryonnaire du bassin d'échidné, lorsqu'il s'aperçut que l'inclinaison intermédiaire définitive succède à une inclinaison beaucoup plus forte et tout à fait mammalienne de cet os, chez le fœtus, c'est-à-dire que le développement s'effectuait exactement à l'inverse de ce que faisait prévoir la loi biogénétique!

Pourtant, dira-t-on, il reste bien quelque chose de toutes ces observations et si quelques-unes ont été interprétées à la légère, il n'en est pas moins vrai qu'un embryon ne se développe pas directement sans métamorphoses, et que celles-ci rappellent assez bien les divers états de complication successivement acquis dans l'évolution générale. Ces métamorphoses sont certaines, mais elles sont loin de répondre à la signification qu'on veut leur donner. Un embryon se transforme profondément pour passer de l'état de cellule à celui d'être parfait. Ses organes n'ont pas au début leur forme définitive, mais cela ne veut pas dire qu'en se développant il soit obligé de reproduire des formes successives répondant à autant de formes permanentes.

Suivons quelques embryons de vertébrés après le stade gastrula. Au début ils sont tous caractérisés simplement comme vertébrés, par leur névraxe, leur chorde, leurs protovertèbres, leurs arcs viscéraux. Un peu plus tard on reconnaît les poissons par le développement de leurs arcs en branchies, les amniotes par la régression de ces arcs, la formation du cou, etc. Parmi les poissons les embryons des différents ordres laissent reconnaître de très bonne heure leur nature propre par leur forme extérieure, très différente pour chacun de ceux-ci, de sorte qu'il n'y a pour ainsi dire pas chez eux de stade primitif commun. Pour les amniotes il n'en est pas ainsi, la forme initiale de l'embryon, considéré à part et détaché de ses annexes et de ses enveloppes, est partout la même et la distinction des diverses classes est d'abord impossible. Les membres qui deviendront plus tard si différents se ressemblent tous et consistent en une tige cylindrique un peu aplatie, de longueur variable, bientôt pliée à ce qui sera plus tard le coude ou le genou, et terminée par un élargissement en palette dont la forme, très fugace, est difficile à préciser.

Examinons le développement dans une classe, chez les mammifères par exemple, qui renferment les formes les plus nombreuses et les plus différentes. Pendant toutes les premières phases du développement, en dehors de traits particuliers tenant aux enveloppes fœtales, au placenta, à la grosseur relative de l'œuf et de l'embryon, celui-ci est absolument indéterminable. Mais bientôt, par la configuration spéciale que prennent la tête, les membres et la queue, le type propre et la forme spécifique se dessinent avec une grande netteté, de sorte qu'il est très facile de reconnaître l'espèce bien avant qu'aucun des caractères qui serviront plus tard à la distinguer aient apparu, et simplement par le dessin déjà parfaitement déterminé de chacune de ses parties. On reconnaît qu'un embryon appartient au genre *Homo* avant qu'une seule dent ait percé. Un embryon de chat ou celui d'un chien sont recon-

naissables comme tels avant que leurs griffes et leurs dents qui caractérisent leurs genres, aient apparu. Il en est de même pour l'agneau, le chevreau, le poulain, le lapereau, le souriceau, beaucoup d'oiseaux, de reptiles, d'amphibiens et de poissons, parce que les proportions des parties, qui constituent le caractère spécifique le plus sûr, sont reconnaissables avant l'achèvement des détails de la structure qui caractérisent le genre (L. Agassiz).

Cette forme spécifique n'a été précédée d'aucune de celles que l'on considère souvent d'après la phylogenèse comme ses ancêtres. En effet l'embryon a pu être caractérisé seulement comme vertébré, puis comme amniote. Il n'a pas été poisson, car il n'avait que des arcs viscéraux embryonnaires et sans lamelles respiratoires; il n'a pas été reptile, car il ne possédait aucun caractère de ces derniers (sauf le trou interventriculaire dont on a vu la signification, et quelques dispositions embryonnaires qui sont simplement primitives comme l'ouverture des cavités pleurales dans l'abdomen, etc.). Dès qu'il a franchi cette phase, il ne passe pas non plus par des formes rappelant les mammifères les plus simples, mais il prend d'emblée les traits qui caractérisent son espèce. L'aile de la chauve-souris n'est pas d'abord un membre antérieur de mammifère pentadactyle avec une forme indéterminée. Dès qu'elle a dépassé le stade d'ébauche, commun à tous les amniotes, l'allongement et la direction de ses doigts, la palmure qui les réunit, la longueur de ses deux premiers segments, en un mot toutes ses dispositions essentielles montrent clairement ce qu'elle va devenir et ne laissent aucun doute sur sa nature et sur ses fonctions.

De même le membre antérieur des ruminants a déjà son humérus emmailloté sous la peau du tronc, ses doigts avec leur nombre et leur forme, et ces derniers ne sont point précédés par des doigts plus nombreux (1). Les

(1) RETTERER (Ed.), (*Ébauche squelettogène des membres. Journ. de*

ébauches des doigts manquants ne s'observent en effet que pendant le stade de la palette et dans les mêmes conditions qu'à la main des oiseaux, c'est-à-dire sans répéter une forme réelle.

D'autres détails peu importants de la forme apparaissent aussi de très bonne heure, comme la différence entre le museau de la brebis et celui du bœuf.

Dans ce déroulement évolutif les formes successives n'ont vraiment aucune valeur phylogénétique. Celle d'amniote ne peut avoir cette valeur pour deux raisons : d'abord elle est trop générale et ne comporte aucun des organes (produits tégumentaires, dents, détails squelettiques, etc.) qui serviront plus tard à caractériser les groupes. Ensuite elle dépend en grande partie de processus purement embryologiques tels que les bourgeonnements interstitiels du cou ou des membres qui n'ont évidemment rien de phylogénétique.

Ces phénomènes ontogéniques spéciaux montrent aussi que le développement des types ne saurait s'effectuer graduellement par acquisitions successives faites chez des animaux achevés, vivant d'une vie libre. Ainsi la position de l'ombilic qui a chez les vertébrés une grande importance dans la topographie viscérale, en réglant le point d'attache du foie à la paroi ventrale, et par suite l'étendue de la partie préombilicale de la cavité viscérale, dépend du mode de développement de l'extrémité céphalique de l'animal. Chez les poissons le cœur se développe dans l'extrémité craniale de la cavité viscérale, sous le pharynx et sous les arcs branchiaux. La séparation de la cavité péricardique se fait secondairement par des lames conjonctives, nées du foie, qui viennent se jeter sur

l'Anat. et de la Physiol., t. XXXVIII 1902) a longuement insisté sur ces faits et notamment sur l'absence de phalanges dans les doigts latéraux des embryons de cheval (p. 430), ce qui n'empêche pas certains auteurs de citer la présence de ces phalanges comme une preuve de la loi biogénétique) (Voyez : *Membres et ceintures*, p. 440).

la paroi ventrale du corps. Chez les amniotes le cœur se développe plus en arrière, dans la *cavité pariétale*, et le développement de celle-ci, en rapport avec celui de la paroi thoracique, s'effectue de telle façon que le point ou se fera l'attache du foie est déjà fixé préalablement à l'achèvement de cette paroi (1). En un mot la topographie, loin de dépendre de parties qui se seraient développées peu à peu, s'indique déjà bien avant comme si étaient prévues les dispositions auxquelles il y aura lieu de faire face.

On se débarrasse souvent de ces difficultés en considérant l'embryogénèse des amniotes comme condensée et raccourcie (cénogénétique, Haeckel). Mais il ne s'agit point d'abréviation du développement qui est loin d'être plus simple et plus court. Il s'agit de constructions successives nouvelles qui ne répètent point ce qui s'est passé chez les ichthyopsidés, et dont les conséquences sont si étendues, si étroitement mêlées à l'anatomie définitive du corps tout entier qu'il est impossible de comprendre la formation de ce dernier sans passer par elles.

Parmi les processus embryogéniques la précocité de la forme spécifique est d'une importance capitale parce que cette forme étant réalisée avant que les structures internes soient édifiées, c'est elle évidemment qui les conditionne. Il est très facile de s'en rendre compte. Dans un embryon d'amniote qui vient de revêtir la forme caractéristique de son espèce, le squelette des membres n'est représenté que par une tige de précartilage, continue dans toute la longueur du membre et avec l'ébauche précartilagineuse de la ceinture correspondante. Cette tige offre grossièrement la forme du futur squelette, dont les différents segments se reconnaissent aisément par leur situation respective et les angles qu'ils font entre eux, bien qu'ils ne soient pas séparés les uns des autres; le pied ou la main montrent

(1) Voyez : VIALLETON (L.), *Éléments de morphologie des vertébrés* p. 110 et suivantes.

aussi leur squelette continu, avec la forme caractéristique de l'espèce. Les muscles sont représentés simplement par des amas cellulaires assez peu distincts qui entourent plus ou moins le squelette précartilagineux. Les différentes pièces du membre se transforment ensuite en cartilage vrai, à partir de leur centre et s'individualisent par la formation des cavités articulaires qui les découpent dans le modèle primitivement continu,et qui se font naturellement suivant les directions imposées par la forme. Ainsi les têtes articulaires des segments ont leurs surfaces arrangées d'après les angles que les segments successifs forment les uns avec les autres et dont l'ouverture moyenne est donnée dès l'apparition de la forme. La tête humérale par exemple se place conformément à la position de l'omoplate sur la face dorsale (homme), ou sur la face latérale du thorax (singes et quadrupèdes).

Les ébauches musculaires subissent de même cette influence de la forme, les antérieures formant les muscles fléchisseurs au bras parce que l'humérus est dirigé d'avant en arrière, tandis qu'elles donnent les extenseurs à la cuisse dont le fémur est orienté en sens inverse. Cette action de la forme sur la constitution interne peut se constater partout. On disait autrefois avec raison que chaque os du squelette humain avait une forme propre en rapport avec la station debout. Or celle-ci est si étroitement liée à la configuration externe de l'homme, que la forme particulière de chaque partie qui contribue à la réaliser est en définitive commandée par cette configuration, ou par la forme spécifique comme nous l'avons définie.

Les embryons et les plans d'organisation.

Si les embryons de tous les métazoaires passent par des phases initiales comparables, de l'œuf à la gastrula, les choses ne tardent pas à changer à partir de celle-ci

et bientôt tous les embryons appartenant à un même embranchement prennent une constitution spéciale qui les distingue de ceux des autres embranchements. Les ébauches de leurs organes ou des régions de leurs corps prennent un aspect et des rapports particuliers qui ne laissent aucun doute sur leur nature propre et sur leur devenir spécial. C'est le moment, par exemple, où, dans les larves d'échinodermes, commence le bourgeonnement du système ambulacraire, celui où dans la trochophore des mollusques apparaissent les rudiments du pied et du manteau, celui où chez les vertébrés se développent la chorde et la plaque neurale, puis les arcs viscéraux et enfin les bourgeons des membres.

La constitution et la répartition des différentes ébauches est si particulière dans chaque embranchement que ceux-ci sont toujours reconnaissables dès ce moment et qu'ils possèdent dès lors les éléments essentiels de leur organisation. Les ébauches correspondantes ne sont pas d'ailleurs parfaitement égales et semblables dans les divers types d'un même embranchement, et les arcs viscéraux d'un téléostéen se distinguent très bien, dès le début, de ceux d'un sélacien, d'un amphibien ou d'un amniote. Mais les différences qui les séparent portent seulement sur leur forme exacte et sur leurs rapports avec es autres parties du corps, elles n'atteignent ni leur constitution fondamentale qui reste la même, ni leur devenir qui aboutira à un résultat équivalent, sinon identique. Ainsi l'évolution d'un arc viscéral donnera lieu chez les téléostéens à une branchie pectinée, chez les sélaciens à une branchie tabulaire; l'arrangement des vaisseaux de l'arc sera un peu différent dans les deux cas, mais la fonction essentielle, embryogénique, des arcs est identique. Ils formeront des parties homologues, dans leur ensemble, et accomplissant au fond les mêmes fonctions, bien que les détails de leur forme et de leur constitution soient assez différents, corrélativement à

l'ensemble de l'organisation et du comportement des types secondaires auxquels ils appartiennent.

Les matériaux organiques du corps de tous les vertébrés ont initialement une même constitution fondamentale, reconnaissable dans leur première ébauche. Peu à peu l'évolution de chacune de ces ébauches s'écarte de celles de ses similaires pour donner les divers types, mais néanmoins on peut se représenter l'embryon au moment où elles apparaissent et se trouvent réunies, comme la forme souche du groupe, comme la véritable *forme générale fondamentale primitive* pour employer le langage d'Haeckel. Mais Haeckel imaginait cette forme comme ayant existé un jour à l'état libre et vivant de sa vie propre, ce qui est impossible. Une forme de cette nature ne peut être qu'un embryon parce que celui-ci est seul susceptible des accroissements et des différenciations histologiques nécessaires pour donner les différents types, et parce qu'il vit sur des réserves appropriées qui lui permettent de s'accroître et de se différencier sans qu'il ait à chercher lui-même, à se procurer, à élaborer et à assimiler les matériaux chimiques nécessaires à ces transformations. La vie d'un embryon est bien différente sous ce rapport de celle des êtres achevés, même les plus jeunes, et qui commencent à peine leur existence libre. Contrairement à eux, l'embryon trouve en lui (ou dans sa mère à laquelle il reste attaché) les ressources nécessaires à son développement, ce qui lui permet de consacrer à l'élaboration de ses structures des forces qui devraient s'appliquer à autre chose s'il n'en était pas ainsi.

Si l'on ne tient pas compte de ces différences, on confond des parties qu'il importe absolument de bien distinguer pour comprendre la véritable signification du développement. C'est une confusion de cette nature que l'on fait lorsqu'on appelle indistinctement arcs branchiaux les ébauches de ces arcs, auxquelles il convient de réserver le nom d'arcs viscéraux, et leur état achevé tel qu'il

existe chez les poissons. Les arcs viscéraux ne sont que des ébauches travaillant seulement à l'édification des parties du corps qui dépendent d'eux, et servant en même temps de passage aux arcs aortiques vasculaires qui font communiquer l'extrémité artérielle du ventricule cardiaque, placée sur la face ventrale du pharynx, avec l'aorte située sur la face dorsale de ce dernier. Voilà ce qui est commun à tous les vertébrés, mais ensuite, si l'embryon doit donner un poisson, ces arcs grandiront et produiront des feuillets respiratoires, tandis qu'ils ne s'accroîtront pas et disparaîtront comme individualités distinctes en se fondant avec les parois du cou, si l'embryon est celui d'un amniote. Et il en est de même pour tout le reste.

Cette forme souche du vertébré, si commode pour faire comprendre l'organisation de ces êtres, n'est donc elle-même qu'une ébauche totale, composée, il est vrai, d'ébauches particulières, mais qui se comporte comme elles, c'est-à-dire consacre toute son activité à l'édification de la structure définitive et ne peut en aucun cas, comme l'avait bien vu von Baer, être comparée à un animal inférieur quelconque achevé, c'est-à dire entretenant sa vie à l'aide de matériaux pris au monde extérieur, élaborés et assimilés par lui.

L'embryon d'un amniote est formé par l'accroissement intense et réglé de l'aire embryonnaire, portion centrale du blastoderme constitué par les feuillets embryonnaires qui s'étalent à la surface de l'œuf. Dans l'aire embryonnaire apparaissent la chorde, le névraxe, le blastopore ou son représentant la *ligne primitive*, siège par excellence des proliférations qui vont engendrer une grande partie des organes axiaux, chorde, système nerveux, protovertèbres.

L'accroissement, prépondérant dans l'axe de l'aire embryonnaire, va en s'affaiblissant à la périphérie, si bien qu'il est une zone où il cesse. C'est le point où le

corps de l'embryon se continue avec le reste des feuillets qui s'étalent sur la surface de l'œuf. L'aire embryonnaire continue à s'étendre; elle s'élève sur l'œuf comme un écusson dont les bords se reploieraient en dessous pour se continuer avec le reste des feuillets. Plus tard, l'extension de l'embryon se poursuivant toujours, il n'est plus relié à l'œuf que par un pédicule surbaissé fourni par la zone de transition qui le rattache aux feuillets et dont l'insertion sur le corps répond à l'ombilic.

Le corps de l'embryon est produit en majeure partie par la prolifération de la *ligne primitive*, bourgeonnement intense, bien différent des phénomènes d'accroissement qui se produiront plus tard dans le jeune pour l'amener à sa taille définitive. Cet accroissement s'exerce surtout du côté dorsal, si bien que l'embryon s'enroule autour de sa partie ventrale dont le développement est moins rapide, et que les protovertèbres antérieures glissent au-dessus des parties ventrales correspondantes, de manière à se porter beaucoup plus en avant. Ce glissement entraîne l'élongation de certains nerfs comme le phrénique qui, né à un moment où sa racine était à peu près au niveau du bord antérieur de l'ombilic, voit cette racine transportée dans la région cervicale. On pourrait citer bien d'autres conséquences de ce mode d'accroissement, comme la formation des plexus entre les racines nerveuses des membres, la formation si précoce du méso-hépatique antérieur, etc. Le cloisonnement du cloaque interne, si important pour la formation d'une chambre incubatrice particulièrement adaptée à un long séjour de l'embryon, est aussi la conséquence de processus purement embryogéniques et qui n'ont aucun rapport avec ceux qui pourraient se passer au cours de la vie libre, comme on le suppose si souvent pour expliquer la phylogenèse.

Tous ces faits montrent l'importance capitale des phénomènes purement embryogéniques d'accroissement in-

terstitiel, de bourgeonnement, d'étirement de parties qui sont si différents des changements pouvant se produire dans des êtres achevés et font ressortir le caractère tout métaphorique des comparaisons faites entre des êtres dont le mode de formation est si différent.

A la base de chaque embranchement on peut imaginer un embryon typique, constitué par les ébauches propres à cet embranchement et par elles seules. Sans doute cet embryon est un être abstrait parce que dans les embryons des divers ordres, la forme, si précoce, se trahit déjà plus ou moins fortement par quelques détails spéciaux des diverses ébauches, mais il n'en est pas moins vrai que le fonds de l'organisation est le même dans tous les embryons de l'embranchement, qui se présentent ainsi comme les esquisses d'un plan général qui s'achèvera par le développement de l'ensemble et de chaque partie.

L'idée de plan a été fortement combattue, elle s'impose cependant car elle répond avant tout à l'idée de loi ou de règle. Il y a des lois de l'organisation, puisque les millions d'espèces décrites se laissent classer dans un petit nombre de formes générales, une dizaine d'embranchements pour les animaux et environ une soixantaine de classes. Il ne faut pas dire qu'embranchements et classes sont des arrangements purement artificiels, il ne faut pas croire surtout qu'il y ait entre eux les liaisons et les passages que l'on a si facilement admis pour les espèces. On peut différer beaucoup sur la place et les affinités d'un passereau vis-à-vis des autres animaux du même groupe, on ne peut douter qu'il soit un oiseau, c'est-à-dire un type d'organisation bien net et bien distinct de tous les autres. Les contradictions des auteurs au sujet des classifications tiennent bien plus à la nature de l'esprit des classificateurs et aux mille conditions préalables qui déterminent leur équation personnelle qu'à la nature même des choses.

On ne peut qu'être frappé, en songeant aux chiffres ci-dessus, de l'énorme écart existant entre le nombre des espèces et celui des types d'organisation. C'est donc qu'il y a des lois de l'organisation très strictes et très sévères et qui n'admettent pas toutes les combinaisons possibles dans la structure des êtres vivants. Des milliers d'exemplaires différents peuvent se rencontrer dans une même organisation fondamentale, comme c'est le cas pour les oiseaux avec leurs douze mille espèces, les téléostéens avec au moins autant, mais en face de ces vingt-quatre mille espèces nous ne trouvons que deux types généraux parfaitement bien définis. Il y a donc des lois de l'organisation qui s'imposent à la variabilité des formes et les enserrent dans des cadres très nets. Comme ces lois se traduisent par des formes, on peut se les représenter comme autant de plans d'organisation.

L'idée de plan s'impose d'ailleurs de plus en plus lorsqu'on réfléchit à la constitution et à la nature des ébauches, aussi bien qu'aux procédés par lesquels elles arrivent à donner les évolutions différentes aboutissant aux divers types.

Lorsqu'on dit qu'une fleur de phanérogame est un rameau modifié, il est clair qu'elle n'a pu naître que d'un rameau à l'état d'ébauche. On ne comprendrait pas, en effet, comment la fleur pourrait arriver à se former sur un rameau différencié, avec tige plus ou moins longue et feuilles. La reproduction est là, qui doit s'accomplir dès que la plante a atteint un certain état de développement, elle ne peut attendre que les hasards de la sélection aient transformé les feuilles en étamines ou en carpelles. Il est évident aussi que l'idée de la formation de la fleur par un rameau est inspirée par la notion anatomique que les parties qui les composent tous les deux sont foncièrement équivalentes parce que procédant des mêmes ébauches.

De même les écailles placoïdes des sélaciens et les

dents viennent d'ébauches pareilles; tous les arcs viscéraux, quelle que soit leur destinée ultérieure, assez différente cependant pour donner la mâchoire inférieure, ou un arc branchial, ou certaines parties du cou, sont des ébauches semblables; de même les bourgeons des membres, les protovertèbres, le névraxe, le bouquet des arcs aortiques partant du cœur. Comment interpréter la présence d'un petit nombre d'ébauches semblables à la source de tant d'organes si différents en dernier lieu, sinon par l'existence d'un plan, par une idée directrice adoptant le principe d'économie, si souvent proclamé par les anciens naturalistes? Et l'on comprend du même coup la nature vraie des ébauches, la différence foncière qui les sépare d'organes fonctionnant chez des animaux inférieurs.

Les ébauches sont des parties embryonnaires, établies sur un petit nombre de modèles, composés chacun des mêmes éléments, et possédant une forme fondamentale à peu près identique. Les ébauches primitives, protovertèbres, névraxe, sont la première différenciation d'un feuillet embryonnaire. Le névraxe est le premier produit de l'ectoderme; les protovertèbres sont la première différenciation du mésoderme axial. Partout où s'étend ce dernier il ne peut faire autre chose que de donner des protovertèbres et celles-ci apparaissent aussi bien dans la région céphalique que dans l'extrémité caudale, mais un certain nombre d'entre elles disparaîtront plus tard, à la suite de ce qu'on peut appeler, d'une manière un peu imagée, la lutte ou la concurrence des parties. Car ce qui fait l'être définitif, c'est justement que certaines parties des ébauches, certaines ébauches, ou toutes les ébauches d'une région donnée ne se développent pas également. Dohrn disait que la queue des vertébrés représente la partie dorsale devenue prépondérante des métamères caudaux, qu'inversement la tête représente la partie ventrale des métamères craniaux, tandis que

le tronc renferme seul des parties équivalentes des métamères initiaux (1). Cette formule donne une idée saisissante du rôle divers des ébauches de même ordre et fait voir en même temps la véritable interprétation qu'il faut donner des ébauches.

Si l'organisme d'un vertébré montre à un moment donné une chaîne d'ébauches segmentaires ou métamériques semblables, cela ne veut pas dire qu'il ait eu jamais un ancêtre formé uniquement par des segments tous pareils, ce qui n'est pas vrai même pour les annélides, mais cela indique que, suivant les lois du développement, des ébauches ainsi disposées sont nécessaires pour faire un vertébré. Le matériel indispensable pour faire toutes les parties d'un segment de vertébré est présent dans la plus grande partie de la longueur de son embryon, mais c'est le développement différent des unes ou des autres qui donne les régions caractéristiques de l'être et qui les fait ce qu'elles sont. D'une disposition générale, comme disait von Baer, sort un état particulier, mais l'état général est fait de parties purement embryonnaires, incapables de fonctionner dans une vie libre, et qui par conséquent ne rappellent aucune forme ancestrale ayant existé. Ce que ces parties nous apprennent c'est que tous les êtres ayant la même organisation se forment avec des matériaux foncièrement semblables, dont la différenciation progressive suit une marche analogue, sans être jamais vraiment identique dans deux formes différentes, sans quoi celles-ci n'en feraient qu'une ou plutôt deux du même type. C'est là tout ce qu'il y a de vrai dans la loi biogénétique, le reste est une pure interprétation, insoutenable dès que l'on a bien compris qu'un embryon ne ressemble jamais qu'à un autre embryon, et point du tout à un être achevé de

(1) DOHRN (Ant.). *Die paarigen und unpaarigen Flossen der Selachier. Mittheil aus d. zool Stat. zu Neapel*, Bd 6, 1884, p. 168.

constitution plus simple que celui auquel il doit donner naissance. Des organes ayant une fonction semblable, comme le cœur, peuvent présenter des étapes de développement comparables, lorsqu'on les examine dans des êtres où leur fonction atteint divers états de perfectionnement. C'est un simple exemple de l'ordre nécessaire dans tout développement mécanique d'une fonction, mais ce n'est qu'un aspect limité du développement de l'organe, comme on l'a vu pour le cœur des reptiles (p. 135) où, à côté du cloisonnement progressif du ventricule unique, rappelant ce qui se passe dans l'embryon des mammifères, on trouve une crosse aortique supplémentaire jouant un rôle important dans la circulation et dans l'anatomie du cœur qui se trouve ainsi placé, si l'on regarde son ensemble et non plus un point seulement de sa formation, sur une tout autre voie que celui des mammifères.

En somme le développement embryonnaire, dégagé de l'idée de répétition ancestrale basée sur une interprétation superficielle et fautive, se montre comme le résultat d'une action intelligente qui, tenant compte à la fois du principe d'économie et de la succession nécessaire dans tout développement mécanique, du simple au compliqué, du général au particulier, fait une infinité de formes diverses à partir d'un modèle relativement simple.

Le développement consiste en des phénomènes épigénétiques, c'est-à-dire mécaniques, pour chacune des parties de l'embryon prise à part. Mais envisagé dans son ensemble le développement dépasse ces processus épigénétiques en y ajoutant quelque chose de propre, de spécifique, qui se manifeste de très bonne heure par la forme parfaitement saisissable de l'espèce considérée. « Bien loin que chaque état de l'embryon gouverne l'avenir, il est lui-même gouverné… l'essence ou l'idée de la forme procréante gouverne le développement du fruit (1) ».

(1) Von Baer. *Entwick.* 1828, p. 148.

L'hérédité.

Le développement de l'embryon est réglé par l'hérédité. L'hérédité est cette force inconnue qui gouverne le développement des produits de la génération, de manière à en faire toujours des êtres, sinon complètement identiques, du moins assez semblables à leurs parents, et en tout cas n'en différant pas par leur nature (les chiens ne font pas des chats).

L'action de l'hérédité s'exerce exclusivement dans les limites du type spécifique auquel appartient l'individu se développant. Jamais elle ne produit des structures se rapportant à un autre type. C'est une erreur d'imaginer la présence, dans un individu déterminé, d'une foule d'hérédités diverses dont quelques-unes remonteraient à des époques fabuleuses et qui ne cesseraient jamais d'agir.

L'hérédité était définie avant Darwin et Haeckel : « la propriété de transmettre par voie de génération, non seulement les attributs fondamentaux qui distinguent s'espèce, mais encore certains caractères particuliers des procréateurs ». Avec le transformisme elle a pris une ampleur inattendue. On est arrivé à lui attribuer aussi bien la conservation du stade gastrula dans l'ontogénie, que celle des plus infimes détails anatomiques comme la forme du nez ou des lèvres, ou certaines dispositions des poils. Un exemple frappant de cet abus s'observe en anatomie humaine où l'on a décrit une série d'anomalies structurales comme ataviques, ce qui procurait à l'homme un pedigree invraisemblable dans lequel figuraient pour ainsi dire tous les vertébrés, où, indépendamment des poissons qui lui avaient légué leurs arcs branchiaux, les monotrèmes voisinaient avec les grands singes, cela va sans dire, mais aussi avec les ours, les oiseaux, voire même les serpents.

On est bien revenu de ces exagérations, mais pas encore assez à notre avis. En réalité l'hérédité est bien ce que disait la définition classique, le pouvoir de transmettre aux descendants, *outre les caractères de l'espèce*, quelques traits particuliers des parents. Mais cette dernière partie de la définition n'a pas la même importance que la première, la transmission des caractères individuels n'est ni forcée ni continue et l'hérédité n'est pas nécessairement cumulative.

Au contraire, comme l'a fait remarquer P.-E. Chauffard, elle tend à maintenir l'espèce dans un état moyen, c'est-à-dire à rétablir l'équilibre que la maladie ou les accidents ont pu momentanément troubler. Sans cela il y a beau temps que les maladies ou les excès de tout genre auraient fait disparaître l'espèce humaine.

Par état moyen il ne faut pas entendre un état uniforme où toutes les différences individuelles auraient disparu, ce qui ne s'observe jamais, mais bien la continuation de la forme spécifique avec les nombreuses variations qu'elle comporte et qui se retrouvent toujours au sein d'une lignée commune.

L'évolution du germe est dirigée par l'hérédité et maintenue dans certaines limites qui ne laissent d'habitude qu'une très faible marge à la variation. Tout œuf qui a commencé son développement n'est certes pas assuré de le mener jusqu'au bout. Innombrables sont les cas où, par le défaut d'une ou de plusieurs des conditions nécessaires, le développement s'arrête et où l'embryon meurt. Mais tous les embryons qui arrivent à l'éclosion n'ont pu le faire qu'à la condition de répéter à peu de chose près le développement de leurs prédécesseurs.

S'il est faux de dire que l'embryon est préformé dans l'œuf, il le serait tout autant de dire qu'il n'est pas déterminé à l'avance et que son développement n'est que le résultat des conditions extérieures ou intérieures (autres

que l'hérédité) que l'œuf a rencontrées avant d'arriver à donner un être achevé. L'insuccès complet des innombrables tentatives faites pour modifier d'une manière sensible le développement des embryons en est une preuve éclatante (Henneguy, 1913) (1).

Nombre de physiologistes repoussent cette conception de l'hérédité et attribuent le développement à des causes extérieures agissant sur un germe ayant lui-même une constitution plus ou moins compliquée (*théorie des causes actuelles*). Parmi ces causes les « hormones » étudiées depuis quelques années occupent une place de plus en plus grande. Cependant ces substances paraissent plutôt empêcher ou déclancher des potentialités morphogènes déposées dans le germe, que posséder elles-mêmes un pouvoir morphogène. Ainsi l'ovaire de la poule empêche la formation des ergots qui apparaissent après son ablation. D'un autre côté, pas plus les hormones que l'action de certains virus ou poisons ne changent vraiment la forme de l'espèce. L'ablation de la thyroïde, si elle détermine le myxœdème, ne modifie ni l'orientation des membres ni la forme essentielle de leurs os ou les angles qu'ils forment entre eux (jeunes porcs). Elle ne change point le type spécifique et ne fait pas de l'individu opéré une variété ou une espèce nouvelle, mais un être malade et mal constitué. Il y a d'ailleurs beau temps que la forme spécifique est déjà fixée au moment où la sécrétion thyroïdienne apparaît.

Quiconque réfléchit à la netteté des types spécifiques, à leur durée, au succès avec lequel ils résistent aux tentatives faites pour les modifier, conçoit difficilement que la formation de ces types puisse dépendre du hasard de la rencontre des mille facteurs invoqués pour l'expliquer et, parmi eux, des sécrétions internes. Tous ces

(1) Henneguy (F.), *Évolution de l'embryogénie depuis son origine et ses tendances actuelles*. *Revue scientif.*, 15 mars 1913.

facteurs sont des conditions de la morphogenèse, ils n'en sont pas la cause.

Les mutations.

D'habitude le développement donne des jeunes semblables à leurs parents, avec la marge de variations propre à chaque espèce. Quelquefois cependant la variation est assez marquée et se reproduit assez souvent dans le même sens pour donner naissance à une race durable ou même à une espèce. Tel est le cas des moutons à courtes jambes, des chiens bassets, des bœufs camards ou sans cornes, et d'une quantité de plantes cultivées. L'apparition brusque de formes nouvelles, se continuant telles quelles pendant plusieurs générations, a reçu le nom de *mutation* (1). La connaissance des mutations est venue bien à point pour tirer les transformistes de l'embarras où les mettaient les cas indubitables de formes très distinctes les unes des autres et entre lesquelles ne se voyaient ou ne se pouvaient imaginer des intermédiaires. Mais jusqu'à quel point les mutations observées peuvent-elles servir à expliquer la formation des types d'organisation, qui est le critérium de toute doctrine transformiste?

L'étendue des mutations est, autant qu'on le sait jusqu'à aujourd'hui, assez limitée et ne paraît pouvoir donner que des changements de faible valeur systématique. Depuis De Vries qui observa le premier chez *Œnothera Lamarckiana* des variations fixables sur lesquelles il fonda la théorie des mutations, on a étudié un certain nombre de mutations indubitables. Blaringhem a obtenu une nouvelle espèce (*Capsella Viguieri*), née en 1910, et qui a fourni depuis lors plusieurs géné-

(1) De Vries. *Die Mutationstheorie*, 2 volumes, 1901-1903. Leipzig.

rations de nombreux descendants. E. L. Bouvier a constaté que certaines crevettes d'eau douce indo-chinoises donnaient naissance par mutation à des genres immédiatement supérieurs à celui dont elles faisaient partie. Mais jusqu'ici les mutations n'ont jamais dépassé la valeur de genres et conduit à la formation de véritables types nouveaux comme des familles nettement distinctes des familles voisines ou des sous-ordres.

Ne pourrait-il pas exister, ou avoir existé, des mutations de plus grande envergure et capables d'avoir donné naissance à des familles ou même à des ordres différents?

L'hétérogenèse.

Cela nous amène à parler de l'hétérogenèse, dans laquelle un œuf aurait donné un produit très différent des parents qui l'avaient engendré. Un tel mode de génération n'a pas paru absolument impossible aux embryologistes. L'un des plus célèbres, A. v. Kölliker, émettait en 1842 (1) l'idée que l'œuf d'un amphibien pourrait engendrer un reptile. Imaginons en effet qu'un tel œuf, qui donne d'habitude un embryon droit, ou à peine incurvé en dessus, ayant vu sa réserve nutritive augmentée, comme on l'observe souvent dans les différents types d'un même groupe, subisse un accroissement intense de sa moitié sus-chordale (épisome). Cet accroissement forcera le tronc, et surtout la tête et la queue, à se courber en dessous et à s'enrouler autour des parties ventrales comme chez les amniotes. Comprimés par cet enroulement les arcs viscéraux ne pourront grandir, et s'atrophieront. Comme cet accroissement aura commencé de très bonne heure, il aura aussi refoulé en des-

(1) Kölliker (A. v.), *Allgem. Betracht. z. Descendenzlehre. Abhandl. d. Senckenbergischen natur. Gesellsch.* B[d] VIII, 1872, p. 231.

sous et en arrière la cavité dans laquelle se développe le cœur et l'aura forcée à prendre la forme et la situation qu'elle a chez les amniotes. Bref l'œuf d'amphibien ainsi développé revêtira la forme d'un embryon d'amniote avec ses principales caractéristiques architecturales : enroulement de l'embryon sur sa moitié ventrale, atrophie précoce des arcs viscéraux, grand développement de la cavité pariétale qui loge le cœur formation d'un cordon ombilical et d'un mésohépatique antérieur précédant l'achèvement de la paroi thoracique ventrale, etc. Ainsi l'enrichissement d'un œuf en réserves nutritives aurait pu amener la formation d'un type nouveau.

Cette explication est à première vue très séduisante et semble fournir le mécanisme de la formation des types, trop négligé dans les théories transformistes. Mais est-elle aussi concluante qu'elle le paraît à première vue? Évidemment non. Elle est bonne en effet pour l'architecture du type dont toutes les lignes nouvelles pourraient bien résulter des déviations imprimées à l'embryon par cet accroissement prépondérant de sa moitié dorsale. Mais l'architecture ne fait pas tout dans un être. Il y a aussi la composition anatomique et histologique; or ce changement de contour et de topographie des parties produit par l'accroissement dorsal n'entraîne pas nécessairement et par lui-même de changements dans la constitution intime des parties. La topographie et le contour de l'embryon ainsi transformé seront bien d'un amniote, mais que seraient le tégument, le cœur, les tissus? Ces changements de configuration réaliseront bien le type amniote, mais celui-ci n'est qu'une idée générale, ce n'est pas un être concret. Pour le devenir il faut qu'il revête une forme spéciale bâtie elle-même sur l'un quelconque des types d'organisation que le type amniote peut présenter. Il faut que ce soit un lézard, un crocodile, un passereau, un ruminant, etc., etc. En

d'autres termes l'opération imaginée par Kölliker nous donne bien la silhouette externe et interne, si l'on peut dire, d'un amniote fait en partant d'un œuf d'amphibien ; elle nous fait comprendre l'apparition de la topographie nouvelle qui distingue cet être, mais elle n'explique aucun des caractères d'anatomie, d'histologie et de forme qui lui sont propres et qui diffèrent profondément de ceux des amphibiens. Comment se fera le tégument nouveau si différent, quelles que soient ses propriétés spéciales suivant les cas, de celui des amphibiens? Comment se formeraient le système urogénital et tant d'autres construits sur d'autres modèles que chez les amphibiens? L'hétérogenèse ne résout donc, dans le cas envisagé par son créateur, qu'une faible partie du problème et laisse tout le reste sans réponse.

Mais, dira-t-on, l'exemple choisi par Kölliker était trop ambitieux, l'écart était trop grand entre les deux types, ne pourrait-on pas mieux réussir dans des cas plus simples, par exemple pour expliquer le passage entre formes appartenant à un même type d'organisation, et par conséquent présentant beaucoup plus de ressemblances, tant dans le contour que dans la composition histologique? Ne pourrait-on pas imaginer une hétérogenèse conduisant d'un anthropomorphe à l'homme? A première vue cela semble plus facile, bien que les innombrables corrélations liées à la station debout exigent un ensemble de changements beaucoup plus considérables qu'il ne paraît tout d'abord. Ensuite l'accroissement énorme du cerveau, qui est toujours le double de celui des plus grands anthropomorphes, constitue une différence non négligeable, mais ce n'est pas tout. Que serait devenu « cet enfant de génie d'un couple de singes », si, à la même époque, d'autres couples de la même espèce n'en avaient produit d'autres pareils, et si tous ces couples privilégiés n'avaient appris en même temps à soigner et à protéger pendant plusieurs années

— contrairement aux habitudes de leur espèce — leurs géniaux enfants?

Il ne faut pas oublier que pour admettre l'hétérogenèse il faudrait suspendre la grande loi biologique de l'hérédité, fondée sur une observation séculaire, corroborée depuis près d'un demi-siècle par des expériences innombrables et très démonstratives. Toutes ces expériences ont abouti à montrer l'impossibilité de modifier le développement de l'embryon de manière à donner une forme nouvelle. Quelle que soit l'idée que l'on professe au sujet de l'hérédité, il reste un fait certain : c'est qu'un être n'engendre jamais que des êtres lui ressemblant de très près, ou si l'on veut, appartenant au même type formel. Les écarts entre descendants et parents sont certainement possibles, les observations anciennes recueillies par Is. Geoffroy Saint-Hilaire (1) et les cas de mutation rapportés plus haut montrent que ces écarts peuvent être de la valeur d'un genre, peut-être d'une famille au sens restreint de ce terme, ils n'atteignent sûrement pas la valeur de la distance qui sépare deux types d'organisation comme deux ordres, même voisins.

L'hétérogenèse n'est donc qu'une explication insuffisante, — les choses étant en l'état où nous les voyons aujourd'hui, — elle n'envisage que certains côtés de l'ontogenèse, comme les rapports linéaires des parties, faciles à changer par des différences locales d'accroissement, mais elle laisse de côté trop de choses pour pouvoir être acceptée.

Admettons cependant que des mutations considérables, comme celles qu'il faudrait imaginer pour produire les divers ordres d'une même classe, aient pu se produire à certains moments de l'histoire du globe, par exemple à ces époques où l'on voit une classe, à peine représentée

(1) Geoffroy Saint Hilaire (Isid)., *Hist. nat. des Règnes organiques* t. II, p. 431-437.

jusque-là par quelques rares formes, s'épanouir en une floraison rapide de types divers. Nous serions bien loin avec elles du transformisme classique.

Celui-ci n'était pas seulement l'affirmation de transformations indéfinies, mais l'explication scientifique de ces transformations. C'était une théorie en apparence bien fondée et qui donnait un déterminisme précis pour les transformations invoquées. Il n'en est pas de même avec les mutations, et rien n'explique leur apparition soudaine ni leur appropriation remarquable aux conditions du milieu, à moins de voir en elles le résultat de l'action d'une force intérieure des organismes, capable de pressentir les besoins nouveaux auxquels ils vont avoir à faire face et d'y répondre par des arrangements convenables. Les formes nouvelles dont la paléontologie nous montre tant d'exemples ne sont en effet ni des productions hétéroclites, ni des mosaïques baroques de caractères juxtaposés sans ordre, mais des mécanismes parfaitement coordonnés et équilibrés. Ceux-ci s'expliquaient aisément lorsqu'on pouvait les considérer comme obtenus lentement, graduellement par l'effet de l'usage et de la sélection naturelle qui régularisait les résultats partiels obtenus et les dirigeait sans cesse dans un sens défini, par une adaptation de plus en plus parfaite à cet usage nouveau. Mais attribuer des propriétés aussi merveilleuses à des mutations soudaines qui, d'emblée, sans le frottement de parties plus ou moins bien adaptées à leur rôle, sans la transmission régulière des propriétés acquises, arriveraient cependant à des résultats aussi parfaits, est évidemment impossible, si l'on ne fait intervenir que des causes naturelles comme celles que l'on peut imaginer pour la diversification des espèces.

En d'autres termes, les grandes mutations qui exigent une adaptation immédiate et totale à un type nouveau n'ont rien à faire avec le transformisme et ne dépendent point du tout des seules forces naturelles que celui-ci

prétend faire exclusivement intervenir dans la formation des êtres vivants. C'est pourquoi l'on comprend mal que certains auteurs croient rester dans le transformisme tout en admettant la possibilité — à laquelle ils ne peuvent d'ailleurs se soustraire — de semblables mutations.

Comme l'a fait remarquer Ad. Wagner (1), une des raisons qui militent en faveur de la descendance ou de la continuité génétique des êtres vivants, c'est la répugnance qu'éprouvent les biologistes en face de la génération spontanée. Il semble, en effet, bien que l'auteur ne le dise pas, que demander à la nature de faire directement un type d'organisation compliquée, ce serait lui imposer deux fois une opération incompréhensible, une première fois, pour faire la substance vivante, une seconde pour donner à celle-ci une structure complexe. En faisant dériver les types nouveaux de formes préexistantes, la première de ces deux difficultés est pour ainsi dire supprimée en la reculant dans un passé inaccessible, et l'on ne pense plus à la seconde. Mais à la réflexion celle-ci ne se montre pas moins incompréhensible que la première puisque toute organisation pluricellulaire, à quelque type qu'elle appartienne, doit être réalisée d'emblée avec tous ses traits essentiels différents de ceux des autres organisations de même ordre (voyez p. 123), afin de donner un être viable.

Les organes rudimentaires.

Ces organes sont traités d'habitude avec l'anatomie; nous les examinerons ici parce qu'on a placé parmi eux beaucoup d'organes embryonnaires et qu'il était bon

(1) Wagner (Ad.) « Nouveaux points de vue dans l'appréciation de la théorie de l'évolution. » *Scientia*, vol. XLII (année 1927, t. 2), p. 59-60.

d'être bien fixé sur la nature de ces derniers pour discuter ce rapprochement.

L'expression, organe rudimentaire, a une signification assez mal définie. Est rudimentaire, dit Littré (1), « toute partie qui n'existe qu'avec un développement plus ou moins incomplet ». Sans doute, mais à quoi répond cet état? A une régression, ou à un commencement? La question est délicate, et comme toutes celles qui reposent sur un jugement de valeur elle prête aux interprétations les plus divergentes.

Dans le langage transformiste, le qualificatif rudimentaire est arrivé à signifier le plus souvent organe sans fonction, ne persistant que comme un souvenir ancestral.

Darwin avait traité des organes rudimentaires avec beaucoup plus de prudence. Il savait bien qu'un organe a toujours plusieurs fonctions dont l'une peut devenir rudimentaire et entraîner une atrophie partielle de l'organe qui persiste cependant pour remplir les autres (2). C'est un fait capital, qui n'aurait jamais dû être oublié et qui aurait singulièrement réduit la liste des organes rudimentaires. Mais ses successeurs ont été beaucoup moins avisés et ont entassé dans celle-ci toutes sortes de choses qui n'avaient aucun droit de s'y trouver réunies.

Si l'on examine le tableau des nombreux organes rudimentaires de l'homme donné par Wiedersheim (3), on trouve à côté d'os ou de muscles peu importants, comme les os suprasternaux, le muscle plantaire grêle, des organes tels que l'épiphyse et l'hypophyse, les arcs branchiaux de l'embryon, les mamelles du sexe mâle, l'artère hyaloïdienne du fœtus, le fil terminal de la moelle, etc., etc. Cette brève énumération, tout incom-

(1) Littré (E.), *Dictionnaire de médecine*, 16e éd. Paris, 1886.

(2) Darwin (Ch.), *L'origine des espèces...*, édit. franç. de 1882, p. 533.

(3) Wiedersheim (R.), *Der Bau des Menschen als Zeugniss für seine Vergangenheit*. 1902.

plète qu'elle soit, montre que la première chose à faire est de mettre un peu d'ordre dans ce chaos.

Il faut d'abord enlever toutes les ébauches, c'est-à-dire toutes les parties embryonnaires, génératrices, dont quelques-unes ont reçu la qualification de rudimentaires chez certains animaux parce qu'elles ne s'y développent point comme dans les autres. Tels sont les arcs branchiaux des amniotes, qui n'ont cependant rien de rudimentaire et ne présentent pas la moindre tendance à la disparition.

Il faut ensuite retrancher de la liste des organes rudimentaires tous les organes à fonctions autrefois mal connues que l'on y avait introduits, tels que l'hypophyse, l'épiphyse, la capsule surrénale, la thyroïde, etc., en un mot toutes les glandes closes ou à sécrétion interne, dont on a parfaitement reconnu l'importance aujourd'hui.

Il ne faut pas oublier non plus qu'un organe présente toujours dans les divers animaux un grand nombre d'états différents de complication et qui peuvent se ranger en séries dont les termes extrêmes sont fort éloignés les uns des autres, sans que l'on ait pourtant le droit de considérer les plus simples d'entre eux comme rudimentaires, dans le sens transformiste, c'est-à-dire comme de purs reliquats ancestraux sans fonction. C'est aller un peu vite que de regarder comme tels, par exemple, nos muscles auriculaires, sous prétexte que l'oreille externe de l'homme n'est mobile que chez certains individus seulement, car ces muscles, sans mouvoir le pavillon de l'oreille, peuvent servir à tendre ou à fixer l'aponévrose épicranienne. Il y a loin entre l'action d'un muscle et celle d'une simple corde contractile ayant les mêmes attaches que lui. Tout muscle en effet produit en même temps que son action principale une infinité de petits mouvements secondaires sur son aponévrose d'enveloppe, et par elle sur ses voisins, sur le tissu conjonctif et sur les vaisseaux qui l'entourent. C'est tout cela,

joint à l'action des muscles antagonistes, qui harmonise les mouvements et en fait autre chose que ceux d'un pantin, et c'est pourquoi l'action principale peut manquer et les autres rester nécessaires.

Croit-on que les divisions latérales des muscles fléchisseurs qui s'insèrent aux doigts rudimentaires des ruminants, non appuyés sur le sol, n'aient aucun rôle dans la flexion du pied, que notre petit orteil n'apporte absolument aucune aide à notre stabilité? Notre système pileux, rudimentaire par rapport à celui des animaux à fourrure, n'est cependant pas totalement dépourvu de fonction, il a sa part dans la vie de la peau et dans l'excrétion des graisses. On a dit avec humour qu'il n'y avait de rudimentaires que nos connaissances. C'est une vérité qui ne saurait être trop méditée.

Il y a donc beaucoup à retrancher dans la longue liste des organes rudimentaires donnée il y a quelque trente ans. En tout cas, il faut éviter de considérer tous ceux qui y sont encore inscrits comme de simples restes ancestraux sans autre fonction que celle de témoins d'une généalogie douteuse.

Certains d'entre eux méritent un examen spécial parce qu'ils jouent un rôle qui avait échappé à Darwin. Lorsqu'il signalait comme organes vraiment rudimentaires les germes dentaires du fœtus de la baleine dépourvue de dents à l'état achevé, et ceux des incisives supérieures de certains ruminants, dont ils ne percent jamais la gencive, il oubliait que ces germes jouent chez les mammifères, où ils sont très gros relativement aux parties qui les renferment, un rôle très important dans la formation des os des mâchoires, auxquels ils fournissent des points d'appui sur lesquels ceux-ci se moulent. Ces germes ont donc une fonction. D'autre part, leur disposition, leur forme et leur nombre, différents de ceux des autres cétacés, montrent que chez la baleine, loin d'être seulement des reliques d'un

ancêtre disparu, ils ont une individualité et une causalité propres, puisqu'ils se sont multipliés et adaptés à la longueur de la mâchoire.

Les anciens auteurs disaient que les organes rudimentaires étaient là pour la symétrie. On s'en est beaucoup moqué, et cependant, pour beaucoup de cas, ils avaient raison. Nous avons déjà dit que les doigts latéraux qui ne touchent pas le sol, ont cependant un rôle comme points d'insertion pour les fibres latérales des fléchisseurs. Ils contribuent aussi à donner à l'ensemble du pied une forme qui n'est pas sans influence sur la constitution de l'animal, et par conséquent ils rentrent tout à fait par là dans la conception que nous envisageons maintenant. D'un autre côté, c'est bien pour la symétrie, ou pour permettre l'établissement d'une symétrie nouvelle, qu'existent les festons précartilagineux de la main des oiseaux, dont nous avons parlé à la page 134.

Quant aux mamelles rudimentaires des mâles, il est bien difficile de prétendre qu'elles représentent l'état atrophique d'un organe ayant fonctionné antérieurement, car la séparation des sexes chez les vertébrés étant faite bien longtemps avant l'apparition de la classe des mammifères, il est bien probable qu'il n'y a jamais eu un seul de ces derniers pourvu à la fois de testicules et de mamelles fonctionnant. Les organes génitaux se développent comme si la nature, ne sachant pas d'abord si elle va faire un mâle ou une femelle, préparait tout ce qui est nécessaire pour l'un et pour l'autre sexe. La glande génitale embryonnaire n'est pas hermaphrodite, comme on le dit quelquefois, mais renferme simplement les ébauches des deux sexes. Les canaux évacuateurs mâle et femelle existent côte à côte. La liaison entre eux et la glande s'ébauche toujours aussi, mais ne devient parfaite et fonctionnelle que chez le mâle où elle forme l'épididyme, tandis qu'elle reste incomplète et sans fonctions chez la femelle où elle donne l'organe de Rosen-

müller, et le parallèle pourrait être continué pour tout le reste du système génital. L'appareil mammaire devant naturellement lui être rattaché, on peut dire que les ébauches nécessaires à la constitution de ce système tout entier, dans l'espèce, et non pas seulement dans l'individu, sont réunies dans l'embryon. Sans doute le sexe est fixé, au moment même de la fécondation par la présence ou l'absence du sex-chromosome, et l'explication donnée plus haut de la dualité des ébauches n'est pas la vraie. Ce n'est pas en raison d'incertitude sur l'avenir que cette dualité existe; elle n'est qu'un cas particulier de ce fait beaucoup plus général que, dans toute ontogenèse, la nature réunit les ébauches capables de fournir à toute l'organisation future de l'espèce, et en tire, rationnellement et d'une manière intelligible, les différentes réalisations nécessaires à l'espèce ou à ses individus de sexe différent.

Les ébauches non employées ne disparaissent pas forcément et peuvent même s'accroître, sans se différencier toutefois, et sans acquérir de fonction propre, comme le font l'organe de Rosenmüller, par exemple, et, dans un autre domaine, le membre postérieur rudimentaire de la baleine. On sait que les ceintures osseuses, épaule et bassin, sont engendrées par la prolifération vers le tronc de l'ébauche précartilagineuse du membre. Cette ébauche est nécessaire même chez les cétacés où le bassin, bien que très réduit, n'est pas du tout sans fonctions. Chez les baleines, et à un degré beaucoup moindre chez les baleinoptères, une partie de l'ébauche précartilagineuse du membre se conserve et forme le prétendu membre postérieur rudimentaire qui n'est qu'un *reste embryonnaire* et pas du tout un reliquat de membre ayant fonctionné. En effet ce membre peut d'autant moins être considéré comme le témoin d'un long développement régressif, qu'il se trouve justement le plus développé chez le cétacé le plus différent de tous les

autres, le plus évolué diraient les transformistes, et qu'il occupe en outre une situation absolument anormale (1).

En résumé, il y a incontestablement des organes rudimentaires, mais il est imprudent de les considérer comme absolument sans fonctions et comme de simples résidus héréditaires non encore effacés.

Les ébauches embryonnaires ne sont pas des organes rudimentaires et doivent toujours en être distinguées.

Le fait qu'un organe peut être enlevé impunément (appendice) n'autorise pas à le considérer comme un pur organe rudimentaire n'ayant d'autre raison d'être que celle d'un reliquat phylogénétique, parce que ses fonctions, si elles ne sont pas immédiatement indispensables, existent néanmoins, et ne sont que plus ou moins bien suppléées par d'autres organes après son ablation.

(1) *Membres et ceint.*, p. 385.

CHAPITRE VI

LA SYSTÉMATIQUE ET LE TRANSFORMISME

La question de la classification est une des plus importantes de la biologie, bien que trop de biologistes s'en désintéressent. On dit souvent que la nature ne nous donne que des êtres individuels, et pas des classes ni des ordres. Mais les ressemblances et les différences que présentent les êtres ne sont ni de même valeur, ni de même nature. Elles obligent donc à faire parmi eux des rapprochements ou des disjonctions, à les ranger suivant des catégories distinctes. Les cadres de la classification naturelle ont permis de classer les formes innombrables recueillies jusqu'à aujourd'hui dans les explorations des terres et des mers, c'est donc qu'ils répondent à quelque chose de réel. Les contradictions ou les discordances qui se sont produites à leur sujet tiennent plutôt à des divergences, personnelles, d'importance secondaire. qu'à des dissentiments profonds sur leur légitimité.

Les cadres de la classification sont constitués par un certain nombre de catégories ou de divisions, échelonnées suivant un certain ordre et suivant une hiérarchie qu'il faut soigneusement respecter pour éviter toute erreur. La division la plus vaste, venant immédiatement après ce que l'on appelait autrefois le règne (règne animal), est l'embranchement. L'embranchement se divise en classes, celles-ci en ordres, les ordres en familles, les familles en genres, et les genres en espèces. Mais à cause du plus ou moins grand nombre de formes comprises dans l'une ou

l'autre de ces catégories, on peut être contraint de la diviser à son tour. Supposant le cas le plus compliqué on aurait la série suivante : embranchement, sous-embranchement; classe, sous-classe; ordre, sous-ordre; puis des sous-familles, des tribus et sous-tribus intercalées entre familles et genres; des sections pour les formes comprises entre genres et espèces; enfin des variétés ou races, des sous-variétés et des formes (1) parmi les espèces.

Les petites divisions ont une grande importance en systématique et permettent seules de se retrouver parmi les innombrables formes appartenant à un même grand type, comme par exemple le type oiseau ou le type poisson osseux, qui comportent chacun plus de douze mille espèces. Elles n'ont qu'une faible valeur en morphologie, parce qu'elles ne portent point sur le fond de l'organisation, qui reste le même dans tous les cas, mais seulement sur les détails de cette organisation, sur la forme extérieure et sur les modifications qu'elle peut présenter.

Les détails donnés à propos de la formule morpho-cinétique des principaux embranchements (p. 49-71) ont montré sur quoi ceux-ci reposent.

Les classes se distinguent dans l'embranchement par certaines dispositions particulières des appareils, par exemple la disposition du pied chez les mollusques, celle de l'appareil circulatoire et de l'appareil respiratoire chez les vertébrés. Mais là encore il s'agit de propriétés plus générales que celles de la forme qui ne peut entrer en ligne de compte pour la définition de la classe. La classe des mammifères, qui renferme cétacés, chauves-souris,

(1) Le mot forme reçoit ici l'acception la plus restreinte qu'il puisse comporter. On l'a donné en effet à toutes les catégories de la systématique, depuis l'embranchement (forme vertébré) jusqu'aux genres (forme chien). Ce nouvel emploi réduit encore sa valeur.

ongulés, onguiculés, hommes, ne se reconnaît aucunement à une forme générale commune, et repose tout entière sur la nature histologique des parties et sur la division du travail réalisée par les différents appareils.

Dans les ordres, l'organisation commune qui caractérise chacun d'eux se spécialise davantage en s'adaptant à une alimentation ou à un genre de vie particuliers qui entraînent des ressemblances assez étroites. Toutes les chauves-souris ont des ailes, tous les cétacés des nageoires. Les pattes d'un rongeur et celles d'un ruminant diffèrent assez les unes des autres pour contribuer, avec d'autres traits, à caractériser ces groupes, mais, dans l'ordre, la forme est encore mal déterminée, c'est une forme générale imprimée à certaines parties de l'organisation comme les nageoires, les ailes ou les pattes, et non la forme précise, rigoureuse, qui détermine expressément le genre de vie d'un animal. L'ordre est donc encore un type fondé sur l'organisation.

La forme se précise davantage dans les familles, qui se distinguent le plus souvent les unes des autres par un certain contour général, un certain port, dus à la manière dont le type de l'ordre est réalisé en elles. Ainsi la patte plantigrade aplatie et large des ours contribue largement à donner à ces animaux une physionomie bien différente de celle des chiens à patte digitigrade mince et élancée.

Les genres sont des groupes qui diffèrent les uns des autres non par la forme ni par la structure générale, mais par quelques détails de celles-ci comme la présence ou l'absence de certaines dents, la nature et la disposition des griffes, etc.

L'espèce est constituée par les formes qui, dans un même genre, se distinguent les unes des autres par quelques détails de la configuration externe résultant des proportions des parties, par leur stature, leur couleur, leur ornementation, etc. (L. Agassiz).

Sous l'influence du transformisme on s'est habitué à considérer toutes les catégories de la systématique comme purement artificielles ou abstraites, et reliées entre elles à leur base, si elles peuvent être distinguées dans les formes qui atteignent des différenciations élevées. Seuls les individus sont réels; les espèces elles-mêmes ne le sont pas, car il est souvent impossible, et il le serait toujours si nous connaissions leur évolution, de leur assigner des limites assurées.

L'espèce se distingue cependant parmi les catégories systématiques, par un caractère physiologique d'une importance capitale : l'interfécondité illimitée de tous les individus qui la composent. Une observation multiséculaire a appris que seuls les êtres qui se ressemblent étroitement peuvent s'accoupler entre eux et donner des produits également féconds. C'est le cas des animaux communément désignés comme de même espèce, et il en est de même pour les variétés ou les races d'une espèce, ainsi que cela s'observe chez l'homme actuel.

Deux espèces différentes ne s'accouplent point, ou si elles le font (cheval et âne) elles donnent des hybrides inféconds (mulets.) L'interfécondité, ce caractère physiologique si important de l'espèce, ne peut être reconnue que dans les espèces domestiquées ou cultivées, et il est parfaitement possible que bien des espèces admises en systématique ne le possèdent pas, alors que certains genres pourraient l'avoir. Mais cela indique simplement l'imperfection de nos moyens de discrimination des groupes inférieurs de la systématique. D'autre part la propriété de garder pour un temps humainement fort long les mêmes caractères anatomiques, physiologiques et de forme, s'affirme de plus en plus par les recherches actuelles qui montrent la stabilité de l'espèce et celle de certains caractères de race, comme on le voit dans les races humaines. On peut donc dire que, dans de certaines limites au moins, c'est-à-dire pour une durée

dépassant sensiblement celle de la période historique, l'espèce est un groupe réel et bien fondé.

Les groupes supérieurs à l'espèce : genres, familles, ordres, classes, embranchements. représentent des catégories de plus en plus étendues en allant vers l'embranchement, mais de moins en moins compréhensives, c'est-à-dire reposant sur un plus petit nombre de caractères. Ce sont des genres au sens philosophique du mot, c'est-à-dire des idées générales ou des concepts. Il ne faudrait pas pour cela les regarder comme de vaines représentations ou des fantaisies sans valeur, leur légitimité apparaîtra de plus en plus au cours de ce chapitre.

Les transformistes ont du reste, par la suite, essayé eux-mêmes de donner une valeur réelle aux catégories de la systématique, en considérant que les classifications naturelles représentaient les relations actuelles de parenté des formes vivantes. Une espèce, disait Sachs (1), se compose de toutes les variétés qui viennent de sortir d'une forme originelle; un genre se compose de toutes les espèces issues d'une souche plus âgée et qui, dans le cours des temps, ont acquis des différences plus grandes; une famille embrasse tous les genres qui sont descendus par variation d'un type encore plus ancien. La forme primitive d'une classe, la souche originelle d'un groupe tout entier appartient à un passé beaucoup plus reculé encore, et enfin il a dû y avoir un temps où une première plante, placée à l'origine de la série des développements du règne végétal, a été le type primordial d'où sont descendues, par variations, toutes les formes ultérieures.

Il n'y aurait donc eu tout d'abord qu'une forme unique, puis des espèces peu différentes les unes des autres dont les descendants divergeant de plus en plus auraient formé des genres. Ceux-ci par un mouvement analogue auraient

(1) Sachs., *Traité de botanique*, trad. franç. de Van Tieghem, p. 1107

conduit à la formation de familles, d'ordres, de classes et d'embranchements. Par conséquent les groupes les plus élevés de la systématique ne seraient devenus distincts que sur le tard, après que les divergences, exagérées par la disparition des formes intermédiaires, auraient forcé d'admettre des familles, des ordres et des classes.

Cette représentation n'est pas exacte. On ne voit ni dans le passé ni de nos jours des espèces assez simples, assez primitives, assez indéterminées pour ne pouvoir être rangées dans un ordre et dans une classe. L'amibe lui-même fait partie de l'ordre des gymnamébiens, classe des rhizopodes. Une espèce en effet ne se définit pas seulement par les caractères spécifiques qui la distinguent de ses voisines. Elle possède en même temps des caractères d'organisation, beaucoup plus généraux, qui lui assignent une place déterminée dans les cadres de la systématique. Un chien domestique, espèce légitime, a la même organisation qu'un loup ou qu'un renard et forme avec eux et d'autres espèces un premier genre inférieur, le genre *Canis*, qui rentre en même temps dans les genres d'étendue croissante : canidé, carnivore fissipède, mammifère, vertébré, groupes répondant aux catégories de famille, ordre, classe, embranchement. Toute espèce, a dit L. Agassiz (1), *fût-elle seule au monde,* porte en elle toutes les catégories de la systématique, car elle a un plan général de structure (embranchement), réalisé d'une certaine façon (classe), elle présente une forme plus ou moins spécialisée (ordre ou famille), quelque particularité assez importante de structure (genre), enfin des traits spéciaux de taille, d'ornementation, de couleur, etc., (espèce).

Il en a toujours été ainsi. Les premiers fossiles ne sont pas représentés par des modèles peu différents d'un type

(1) Agassiz (L.), *De l'espèce et de la classification en zoologie*, trad. franç., Paris, 1869, p. 5-6.

primitif très simple (lequel n'est d'ailleurs qu'une abstraction). Chacun d'eux appartenait déjà à une famille, un ordre, une classe, un embranchement. C'étaient des radiolaires, des arthropodes, des mollusques parfaitement caractérisés et distincts. Il en est de même pour les groupes apparus dans le cours des âges. S'il est difficile d'assigner une place systématique bien définie à certains mammifères de la base de l'éocène, de dire s'ils sont des lémuriens ou des carnivores, des ruminants ou des imparidigités, leur nature de mammifères est indiscutable, leur organisation générale est déjà parfaitement arrêtée. C'est le contraire de ce qui devrait arriver d'après l'exposé de Sachs.

Le problème de l'espèce se confond avec celui de la systématique tout entière. Il n'y a pas seulement des espèces, différant les unes des autres par quelques traits superficiels, mais des formes génériques de valeurs diverses, réalisées momentanément dans des espèces particulières qui participent elles-mêmes à leur nature, c'est-à-dire qui sont des espèces de chiroptères, de cétacés, de sauriens, de chéloniens, etc., etc. La connaissance de la manière dont une de ces espèces aurait pu naître d'une autre, par acquisition de quelque caractère nouveau, ne nous apprend rien sur l'origine de l'ordre auquel elle appartient, parce que les caractères spécifiques sont de tout autre nature que ceux qui distinguent l'ordre. Ce dernier ne se forme pas en effet par l'accumulation, dans un sens donné, de caractères spécifiques, mais par un arrangement nouveau de l'organisation. Un carnivore, par exemple, est un mammifère dont les pattes ont pris les caractères propres à la marche et à la préhension, en même temps que ses dents devenaient tranchantes pour couper la chair, que son tube digestif s'adaptait à la nourriture carnée, etc., etc. Qu'ont à faire ces caractères avec les détails qui distinguent entre elles les espèces de cet ordre?

Il y a dans la nature des catégories ou des types bien distincts les uns des autres qui sont réalisés par des espèces, variables sans doute, et peut-être dérivées les unes des autres. Mais ce qui vaut pour les espèces ne vaut pas pour les ordres, ou, d'une manière plus générale, pour les grandes catégories de la systématique qui sont des combinaisons organiques spéciales, parfois, mais rarement, reliables entre elles parce qu'elles peuvent former des gradations naturelles, le plus souvent complètement séparées parce que les combinaisons particulières qu'elles représentent ne peuvent passer de l'une à l'autre graduellement. Ainsi la combinaison chiroptère exigeant un certain nombre de changements simultanés et corrélatifs des membres, du tronc et des viscères qui doivent être réalisés dès la première espèce du groupe, ne peut dériver par étapes d'une combinaison antérieure.

Les diverses catégories systématiques se partagent en deux groupes fondés sur des critériums essentiellement différents : l'organisation d'une part, la forme d'autre part.

Les grandes subdivisions, de l'embranchement à l'ordre compris, et leurs dédoublements éventuels, sont basées exclusivement sur l'organisation et les types qui leur correspondent sont les *types d'organisation*.

En dessous de l'ordre le critérium n'est plus le même, le signe de la série change pour ainsi dire. L'organisation n'est plus en cause, puisqu'elle reste essentiellement la même dans toutes les espèces d'un même ordre. Mais ces espèces ne constituent point une masse chaotique et confuse. Elles se rangent naturellement dans un certain nombre de formes générales répondant aux familles actuelles ou aux grands genres des anciens naturalistes et qui sont les *types formels*, *ou types spécifiques* (1).

(1) J'ai distingué les types formels des types d'organisation dans *Membres et ceintures*, p. 674-678, en leur donnant les deux noms indiqués ici; il vaut mieux garder seulement celui de types formels

La richesse inouïe de la nature vivante oblige à subdiviser ces types formels en catégories nouvelles : genres et espèces. Mais si ces coupures sont indispensables pour classer les innombrables spécimens de certains groupes, elles sont loin d'avoir la même valeur que la catégorie qui les précède et ne représentent que des variantes des types formels dont elles constituent autant d'adaptations particulières à des conditions différentes de lieu, de temps ou d'existence; ce sont en un mot des accidents des types formels.

Quelques détails sur les représentations graphiques que l'on peut donner des deux sortes de catégories systématiques achèveront de mettre en lumière leur opposition.

Les embranchements, classes, ordres, et leurs subdivisions éventuelles, répondant à autant d'idées générales, se hiérarchisent régulièrement suivant leur degré de généralisation. On peut se les représenter comme une série de gradins superposés dont chacun dépasse en étendue celui qui le précède, puisqu'il renferme un plus grand nombre de types de même valeur. La figure a l'aspect d'une pyramide à degrés, renversée. Souvent on réunit par des lignes verticales ou obliques les types compris dans un degré à ceux des degrés adjacents, et le tout prend l'aspect d'un arbre généalogique. Bien entendu il ne peut être question de descendance effective entre catégories de cet ordre, mais ce mode de représentation peut être conservé parce qu'il traduit assez exactement la subordination et la hiérarchie des types dont il s'occupe.

Les types formels n'étant point subordonnés les uns aux autres, mais étant tous équivalents et situés à la même hauteur ou sur un même plan, le meilleur moyen

à cause du sens trop étroit qu'a le mot spécifique dans la nomenclature actuelle.

de représenter leurs relations entre eux et avec les subdivisions qu'ils comportent est emprunté à la géographie. Les espèces étant représentées par des îles, celles d'un même genre, plus rapprochées les unes des autres, formeront un premier archipel, dans le voisinage duquel s'en trouveront d'autres répondant aux autres genres de la même famille. Les familles constitueront elles-mêmes autant d'archipels plus vastes, plus ou moins écartés suivant leurs affinités réciproques et groupés, autant que possible, d'après ces affinités. Cette schématisation, souvent employée, permet, mieux que toute autre, de représenter les liaisons multiples que l'on peut imaginer entre les familles et leurs éléments composants, genres et espèces. D'autre part elle fait bien ressortir l'opposition qui existe entre types formels et types d'organisation.

On pourrait objecter que les relations entre familles, genres et espèces ont été souvent aussi représentées par des arbres généalogiques, et se rapprochent par là de ce qui a été fait pour les types d'organisation, comme on l'a vu plus haut. Mais ici ces arbres n'expriment qu'une subordination chronologique sans comparaison possible avec la hiérarchie qui sépare les divers types d'organisation. D'ailleurs les critiques développées plus loin à propos des arbres généalogiques montreront la faible confiance qu'il convient d'attribuer à ces sortes de graphiques dans la représentation des rapports des êtres vivants.

La classification et la phylogenèse, les arbres généalogiques.

Les transformistes s'aperçurent bientôt que la classification, si malmenée par les fondateurs de la doctrine, pouvait apporter à celle-ci un précieux concours. En effet, dans l'hypothèse d'un développement généalogique

continu, les divers groupes aujourd'hui séparés ne le sont que par l'évolution de plus en plus divergente de lignées issues d'une même source. Les liens purement théoriques que l'on avait dès longtemps tracés pour figurer les affinités de ces groupes sont la véritable expression de leur parenté, et les anciens schémas, perfectionnés et améliorés conformément aux acquisitions de la science, vont permettre de représenter le développement évolutif du règne animal, ou, dans le langage de Haeckel, la phylogenèse.

Les arbres généalogiques, matérialisant d'une manière simple des rapports infiniment complexes dans la réalité, ont beaucoup servi le transformisme, en lui fournissant les exemples concrets de transformation que Lyell réclamait à Darwin (1). Au début pour constituer les arbres généalogiques, soit du règne animal tout entier, soit de ses principales subdivisions, on ne s'inquiéta que de la supériorité relative des diverses formes résultant de leur plus ou moins grande complication, sans se préoccuper de l'époque géologique de leur apparition. On obtenait ainsi des arbres plus ou moins ramifiés, dont le tronc représentait la souche unique des différents groupes, les grosses branches les principaux rameaux et ainsi de suite. La figure 1, empruntée à Wilder (2), représente un tableau de cette nature. En le comparant à ceux qui vont suivre, on verra combien il s'en éloigne et combien l'idée du tronc insectivores-créodontes comme souche des mammifères actuels est critiquable.

Ces premiers schémas donnèrent d'abord pleine satisfaction. Ils représentaient d'une manière saisissante, facile à retenir, le déploiement évolutif des êtres et ils paraissaient donner la solution si longtemps cherchée de leurs rapports naturels. Mais on déchanta bientôt. On s'aperçut bien vite que les arbres étaient très différents

(1) Voyez ci-dessus, p. 28.

(2) Wilder (H. Haut.), *History of the human Body*. New-York, 1909, fig 8, p. 36.

suivant les auteurs, en raison même du critérium choisi

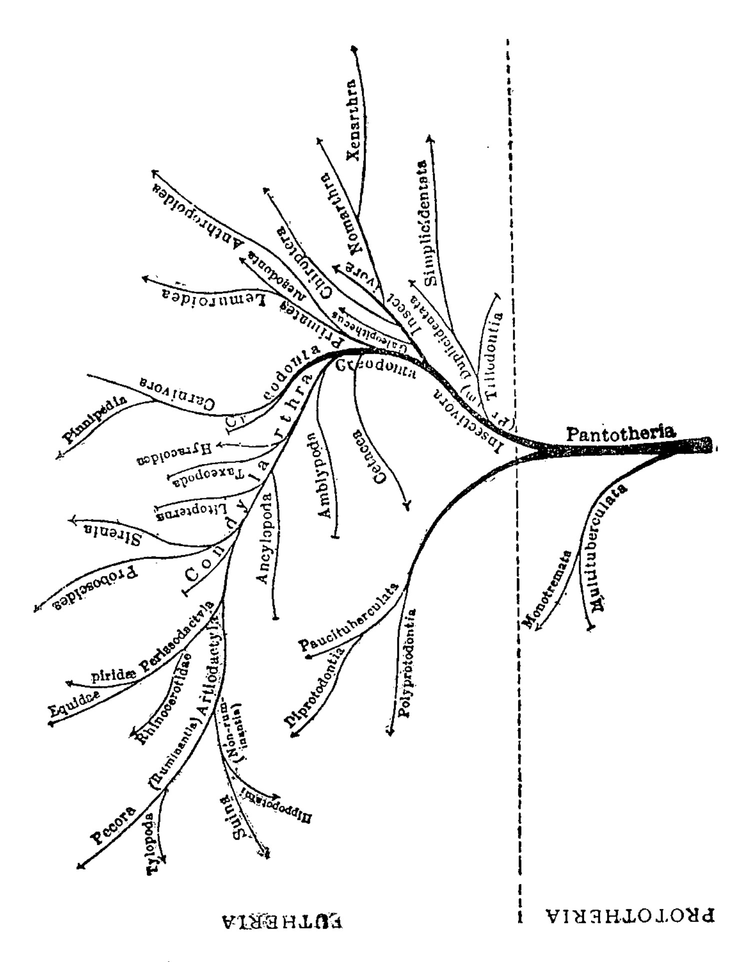


FIG. 1. — ARBRE GÉNÉALOGIQUE DES MAMMIFÈRES
(d'après Wilder)

pour les construire. La plupart d'entre eux en effet n'étaient point fondés sur l'ensemble des caractères et sur

une juste appréciation de la constitution ou de la vraie nature des êtres. Le plus souvent ils étaient construits d'après l'examen d'un seul ou d'un petit nombre d'appareils considérés comme plus importants que les autres ou dont l'auteur s'était particulièrement occupé. Or l'ordre de succession et la série des générateurs n'étaient plus du tout les mêmes suivant le critérium choisi. Les différences n'étaient point légères et d'importance secondaire, elles sautaient aux yeux et s'opposaient brutalement, comme le montrent les différents tableaux proposés par les auteurs pour la généalogie des poissons et réunis par Bashford Dean dans son livre (1). Ce fut là un premier échec qui refroidit beaucoup le zèle des constructeurs de ces schémas. Bientôt d'autres critiques vinrent encore ébranler la confiance que ces derniers avaient inspirée au début.

En tenant compte de l'époque de l'apparition des diverses formes, on ne tarda pas à voir que les arbres généalogiques prenaient un aspect tout à fait différent de celui adopté jusqu'alors. Au lieu de présenter un tronc plus ou moins allongé répondant à la durée pendant laquelle existait seule la forme initiale supposée, ils avaient la forme de buissons dont les tiges, partant à peu près du même niveau au-dessus du sol, s'écartaient parallèlement les unes des autres en se ramifiant plus ou moins. En un mot les divers rameaux phylétiques, au lieu de naître peu à peu d'un tronc ou de ses premières bifurcations se continuant elles-mêmes pendant une certaine durée, naissaient les uns à côté des autres, à peu près simultanément, malgré leur différence de valeur, sur un tronc ou sur des rameaux très courts, d'une durée très petite par rapport à eux, et le plus souvent même hypothétiques.

En effet, si l'on poursuit ces rameaux phylétiques vers

(1) Dean (Bashford.), *Fishes, Living and Fossil.* New-York, 1896, p. 282-283.

leur racine, il est le plus souvent impossible de la relier aux voisins comme de rattacher ces derniers entre eux ou à une souche commune dont ils seraient issus. Cette ap-

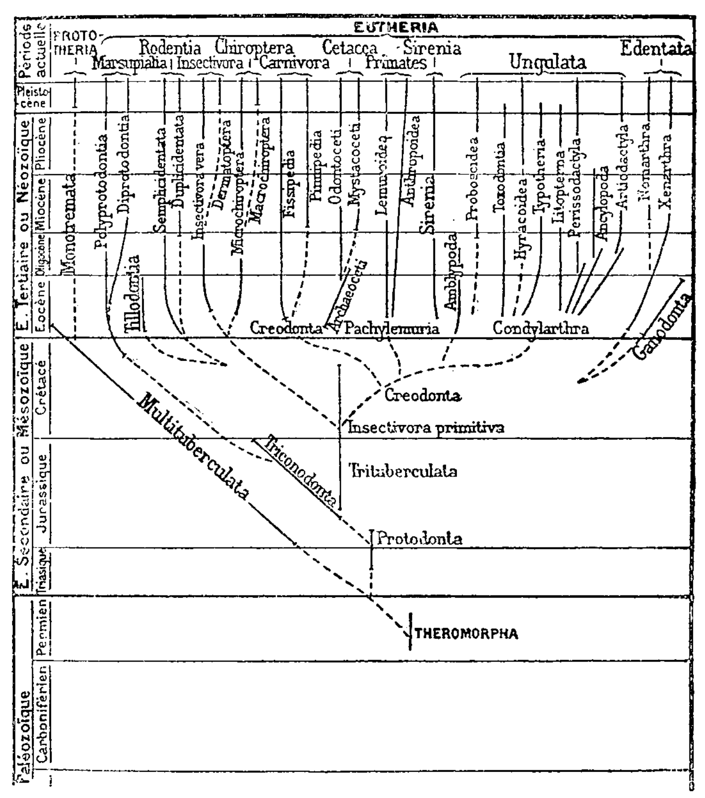


Fig. 2. — Arbre généalogique des mammifères (d'après Vialleton)

parence inattendue, et si paradoxale au point de vue transformiste, du développement évolutif se retrouve dans l'histoire de toutes les classes des vertébrés. Signalée à diverses reprises par Zittel, elle s'observe toujours dans les vingt et un tableaux généalogiques de cette classe

que j'ai construits dans la *Morphologie des vertébrés*, d'après les données des paléontologistes et dont celui qui est reproduit dans la figure 2 donne une idée.

Le développement des invertébrés offre un aspect analogue, et la longévité de leurs principaux types montre que leur différenciation a dû être très rapide comparativement à la durée de leur vie ultérieure. Mais cette différenciation si précoce ne laisse pas suivre l'évolution d'une manière aussi complète que chez les vertébrés. Chez ces derniers la forme buissonnante des arbres généalogiques se montre dès le dévonien inférieur pour les poissons, au carbonifère pour les stégocéphales et au jurassique inférieur pour les amphibiens actuels, au trias pour les reptiles, au crétacé supérieur pour la plupart des oiseaux, enfin à l'éocène basal pour les mammifères à placenta.

Le tableau récent du développement des mammifères donné par Osborn (1) en offre une illustration si caractéristique que j'insisterai un peu sur lui. Ce tableau, dont la forme générale et par conséquent la signification sont essentiellement les mêmes que celles du tableau 8 de la page précédente, n'en diffère que par deux points : 1° le tronc ancestral et l'origine des différents rameaux au lieu d'être représentés au moins en partie par un pointillé comme l'exige l'imperfection de nos connaissances, sont toujours continus, ce qui est fortement hypothétique sinon inexact; 2° au lieu de représenter les lignes phylétiques par des traits simples il les figure sous la forme de traits d'épaisseur inégale, dont les renflements ou les amincissements sont censés correspondre à l'augmentation ou à la diminution du nombre des espèces du groupe. Mais cette représentation est tout à fait illusoire, comme on peut s'en convaincre en considérant que presque tous les ordres ou sous-ordres de mammifères auraient atteint au même

(1) Osborn (H. F.), *L'origine et l'évolution de la vie*. Trad. franç. par F. Sartiaux, Paris, Masson, 1921, p. 217.

moment la même richesse en espèces. Évidemment il n'en est pas ainsi et la schématisation employée avec un souci

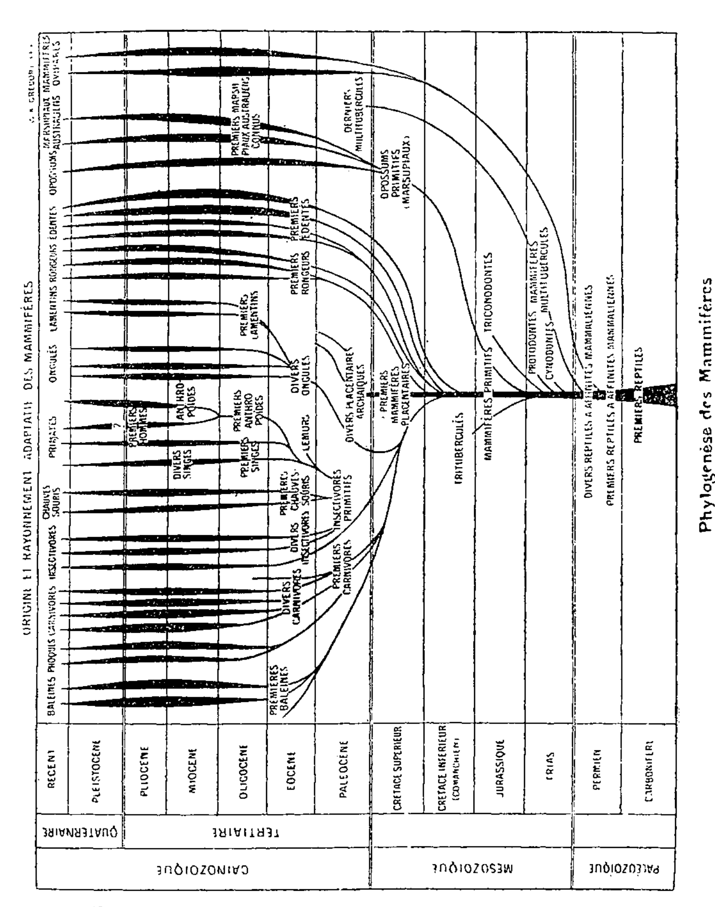


Fig. 3. — Arbre généalogique des mammifères (d'après Osborn)

apparent d'exactitude ne répond à rien de précis. Je m'en étonne moins que personne. Lorsque je dressai les tableaux de la Morphologie j'avais essayé d'employer le

procédé des traits plus ou moins renflés pour représenter l'importance relative des groupes, en donnant aux traits des épaisseurs identiques pour un même nombre d'espèces, mais je dus bientôt y renoncer, à la fois à cause de la difficulté de me procurer des documents, et parce que les synonymies et l'incertitude sur la légitimité de certaines espèces, basées souvent sur des débris insignifiants, compliquaient la question d'une manière inextricable.

Quoi qu'il en soit, le tableau d'Osborn confirme que l'apparition des groupes se fait bien, comme je l'ai souligné, sous la forme buissonnante — c'est-à-dire contraire au déroulement évolutif graduel — et que la plupart des ordres de mammifères, même les plus spécialisés comme les cétacés et les chiroptères, apparaissent en un temps relativement beaucoup plus court qu'on ne devrait s'y attendre, étant données les différences qu'ils offrent avec le type généralisé (créodonte ou carnassier primitif pour les cétacés, insectivore pour les chiroptères), dont on les suppose descendus. Il est étrange, pour ne pas dire incompréhensible, que les changements nécessaires pour faire un cétacé comme *Zeuglodon*, ou une chauve-souris, aient pu être réalisés dès la fin de l'eocène, alors qu'il a fallu attendre jusqu'à la fin du pliocène pour voir perdre aux chevaux leurs doigts latéraux qui sont un caractère insignifiant à côté de ceux qui ont déterminé un cétacé ou une chauve-souris. Peut-être dira-t-on qu'il est téméraire de vouloir reconstruire aujourd'hui le tableau généalogique d'un groupe aussi étendu qu'une classe dont l'origine se trouve forcément assez reculée dans le cours des temps, même pour les mammifères?

Cependant si le transformisme est vrai, on devrait pouvoir construire, au moins pour certains cas plus favorisés, des arbres généalogiques continus, et cela n'a jamais pu se faire encore. Cuénot (1) considérant la forme

(1) CUÉNOT (L.), *L'adaptation*, Paris, G. Doin, 1925.

des arbres généalogiques comme « l'expression aussi rapprochée que possible des faits », mais constatant que dans de tels arbres les familles représentées par des groupes réels se continuent vers le bas « par des pétioles hypothétiques, s'insérant à différents niveaux sur une tige commune non moins hypothétique », taxe de timidité les paléontologistes : il est bizarre que personne n'ose placer un nom réel de fossile sur la tige et les pétioles... Il est singulier... que le *missing link* soit toujours un anneau manquant » (p. 370-371).

Cela paraîtra moins singulier et pourra s'expliquer peut-être par une tout autre hypothèse que celle du transformisme si l'on analyse avec soin un de ces arbres généologiques.

Elliot Smith (2) figure celui des primates comme un tronc épais et continu qui monte droit des insectivores à l'homme. Ce tronc est hypothétique, car jusqu'à l'apparition de l'homme, il ne renferme pas d'êtres connus. Sans doute l'auteur met à sa base les tarsoïdea, mais évidemment comme type général, car il fait des vrais tarsiers un rameau latéral et on peut en dire autant de toutes les formes réelles représentées dans cet arbre. Toutes sont des branches latérales, rattachées au tronc, sans doute, mais qui ne se prolongent pas dans son épaisseur. Le plus que l'auteur fasse pour nous faire connaître la composition de ce tronc, c'est de mettre aux points principaux d'émergence des branches un cercle pointillé embrassant à la fois celles-ci et le tronc lui-même (faune du Fayoum, faune de Siwalick. Cela indique qu'il imagine à ces niveaux des formes plus généralisées que celles dont les restes, bien infimes, ont permis de faire les rameaux latéraux, mais cela

(2) Elliot Smith, *The Evolution of Man*. Oxford University Presse, 1924, p. 3

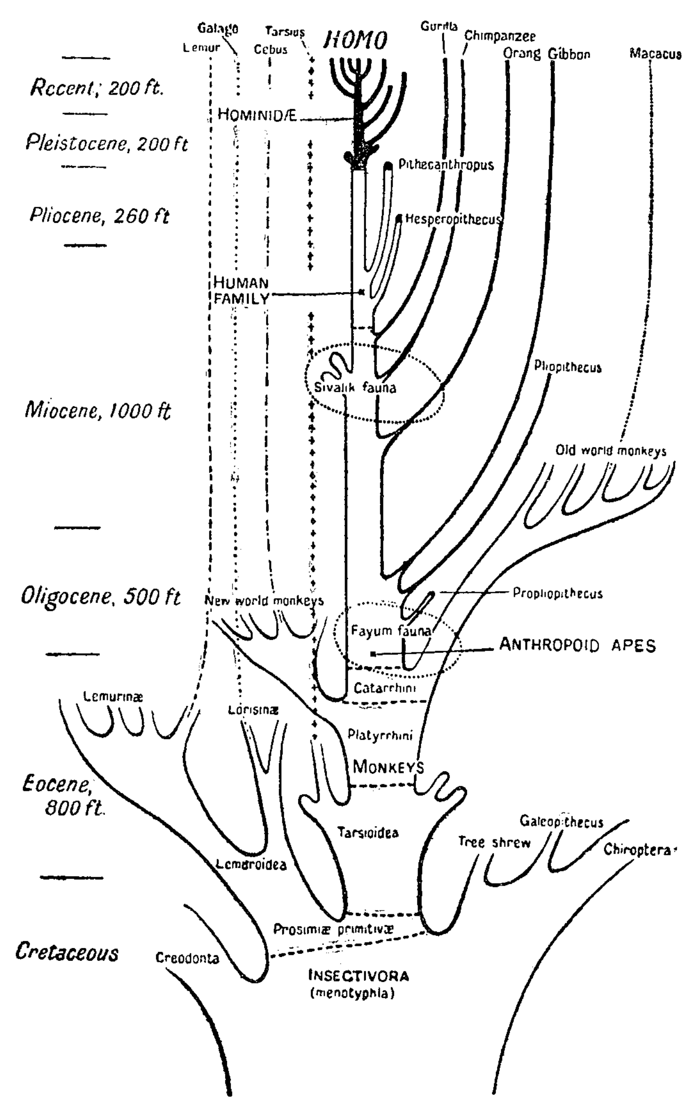


FIG. 4. — ARBRE GÉNÉALOGIQUE DES PRIMATES ET DE L'HOMME (d'après Elliot Smith)

ne donne aucune précision sur ces formes généralisées. On ne les décrit pas, on ne trouve aucun reste qui puisse s'y rapporter, et si l'on réfléchit que le même phénomène se reproduit pour tous les arbres généalogiques connus, et à tous leurs nœuds de ramification, aussi bien à l'origine des classes qu'à celle des ordres ou des familles, on se demande s'il ne se cache pas sous tout cela quelque illusion, s'il n'y a pas de moulins à vent dans le voisinage?

Ce tronc qui relie si bien théoriquement des branches éparses ne consisterait-il pas simplement dans le concept du groupe fondé sur les caractères généraux communs aux différentes formes qui s'y rapportent? Il paraît bien en être ainsi. Comment étaient en effet les animaux qui constituent les troncs phylétiques? Personne ne peut le dire et aucun paléontologiste n'ose mettre un nom sur eux. Pour les primates c'étaient des animaux plantigrades à cinq doigts longs et bien séparés, munis de griffes ou d'ongles plats, à cerveau volumineux, à orbites entourées au moins d'un cercle osseux, mais en dehors de ces traits généraux, communs au groupe lui-même, aucune précision. L'ancêtre de l'homme n'était ni un tarsier, ni un lémurien, ni un platyrrhinien, un catarrhinien ou un anthropomorphe. Qu'était-ce donc sinon l'être de raison formé avec les traits communs de ces différents animaux, c'est-à-dire le type de l'ordre? La forme ancestrale représentant le tronc du groupe, ou, pour dire comme les transformistes d'aujourd'hui, le faisceau de formes primitives parallèles, peu différenciées, qui constituent ce tronc et qui engendreraient les formes latérales connues, n'ont jamais existé d'une manière concrète, ce sont de pures idées générales, des concepts. Nous y reviendrons après avoir examiné d'autres questions qui se posent encore à propos des classifications.

L'orthogenèse, le parallélisme des formes, relation entre le nombre des espèces et celui des types dans un même groupe.

On entend par orthogenèse le fait que le développement des organismes ne s'effectue pas dans toutes les directions possibles, mais souvent dans des directions déterminées, comme s'il y avait dans le monde animal ou végétal des tendances évolutives pareilles, se réalisant dans divers groupes.

Telles sont la symétrie radiaire ou la symétrie bilatérale qui s'observent avec des modalités diverses chez divers types; la métamérie ou subdivision transversale d'un être bilatéral; la loi d'accroissement de volume de Cope, si fréquemment appliquée chez les vertébrés (les premières formes sont généralement petites et remplacées par de plus grandes); le développement excessif de certains organes (dents du babiroussa, du narval, des proboscidiens, des morses, des *Machairodus* et des mégalosaures; cornes géantes de certains cerfs, plaques dermiques des stégosaures, etc.).

Rentrent encore dans l'orthogenèse l'apparition de caractères identiques dans des formes parentes ou éloignées; monodactylie des macrauchenidés (ongulés fossiles sud-américains), et des équidés; cornes céphaliques chez les reptiles (cératopsidés), chez un oiseau (casoar) et, parmi les mammifères, chez les rhinocéros, cerfs, antilopes, bœufs, *Brontotherium*, *Titanotherium*, *Arsinotherium* ; museau en scie chez la raie *Pristis* et chez le squale *Pristiphorus*.

Enfin on désigne aussi sous le nom d'orthogenèse le fait que certains groupes limités, genres ou familles, se développent dans un sens déterminé, très vite apparent, qui se continue et s'affirme de plus en plus (1). Tel est le

(1) Le langage employé dans ce passage n'implique point une

cas des équidés, des proboscidiens etc. Les chevaux commencent par de petites formes grêles de la taille d'un lièvre et qui se distinguent déjà des autres périssodactyles par leur allure fine et élégante opposée à celle, plus massive, des formes qui donneront les tapirs et les rhinocéros. Les membres, bien que munis de plusieurs doigts, sont minces et élancés, la tête est relativement petite. Cette configuration se maintient à mesure que les formes grandissent et que les doigts latéraux s'atrophient. De même les premiers proboscidiens, beaucoup plus petits que les plus récents, ont déjà des membres verticaux à cinq doigts et montrent une tendance à l'accroissement de certaines dents en défenses. Nous avons déjà cité le cas des fissurellidés dans lesquels l'arrangement de l'orifice palléal, dans la coquille, suit une marche régulière à travers une série de genres. Il existe un nombre considérable de faits de même nature.

Le parallélisme des formes a été bien étudié par Isidore Geoffroy Saint-Hilaire qui a essayé de lui faire jouer un rôle important dans les classifications. Il s'observe à différents degrés, c'est-à-dire dans des catégories systématiques de valeur inégale, classes ou ordres. Dans deux classes différentes on le rencontre chez les ptérosauriens et les chiroptères, les plésiosaures et les pinnipèdes, les ichthyosaures et les dauphins, le premier terme de chacune de ces trois séries parallèles appartenant à la classe des reptiles, le second à celle des mammifères. Le parallélisme se rencontre aussi dans des ordres d'une même classe, comme les rongeurs et les insectivores, chez lesquels on peut établir deux séries pa-

adhésion au transformisme et ne doit pas m'être reproché comme une contradiction. Il signifie simplement que les rapports entre ces êtres sont tels qu'ils pourraient l'être dans une évolution généalogique, mais il laisse entièrement ouverte la question de savoir si cette évolution a réellement eu lieu, et surtout si elle s'est produite sous l'action des causes invoquées par le transformisme.

rallèles qui coïncident non seulement par l'aspect général des espèces comparées mais par certains caractères profonds.

GENRE DE VIE	INSECTIVORES	RONGEURS
Grimpeurs	Tupaja	Écureuil.............
Marcheurs	Musaraigne	Rat ....
Sauteurs.............	Macroscélide.........	Gerboise.............
Nageurs	Desman...............	Ondatra ....
Fouisseurs...........	Taupe	Oryctère (rat taupe)..
Épineux	Tanrec...............	Porc épic............

Enfin on peut observer dans un seul et même ordre, des formes parallèles à d'autres réparties dans des ordres différents. Ainsi chez les marsupiaux on trouve des rongeurs, des insectivores, des carnivores, et des herbivores comparables aux ordres correspondants des mammifères placentaires, mais ce parallélisme reste borné au genre de vie et à la nature de l'alimentation, sans s'accompagner de changements dans l'organisation comparables à ceux qui marquent dans les mammifères placentaires les ordres dont on les a rapprochés. Par exemple les grands marsupiaux herbivores ne possèdent jamais de pattes munies de vrais sabots comme les ruminants, et leurs doigts, s'ils s'atrophient partiellement, suivent la loi de cette atrophie commune à tous les marsupiaux et non des lois spéciales à chaque groupe comme on le voit dans les différents ordres des ongulés.

Le nombre des espèces est loin d'être le même dans les divers embranchements ou dans les différentes classes. Très élevé dans certains groupes il est au contraire très réduit dans d'autres. Il y a là quelque chose qui mériterait d'être examiné de très près. Malheureusement les données que l'on possède sur ce sujet sont difficiles à re-

cueillir, et faute de mieux je donnerai ici un tableau emprunté à Plate (1903), et construit d'après les travaux de Moebius.

GROUPES	LINNÉ 1758	ESPÈCES CONNUES 1898	GROUPES	LINNÉ 1758	ESPÈCES CONNUES 1898
Mammifères......	183	3 500	*Report*	3 236	334 550
Oiseaux..........	444	13 000	Myriapodes	16	3 000
Reptiles et amphibiens	181	5 000	Crustacés	89	8 000
			Pycnogonides		150
Poissons.........	414	12 000	Vers.............	41	8 000
Lépidoptères.....	542	50 000	Tuniciers	3	400
Coléoptères	595	120 000	Bryozoaires......	35	1 000
Hyménoptères ...	229	38 000	Mollusques et brachiopodes......	674	50 000
Diptères	190	28 000			
Névroptères......	35	2 050	Échinodermes....	29	3 000
Orthoptères......	150	13 000	Éponges (coelentérés).	11	1 500
Hémiptères	195	30 000	Protozoaires	28	6 000
Arachnides.......	78	20 000		4 162	415 600

Ce tableau est à la fois incomplet et un peu chaotique puisqu'il met sur le même rang des groupes aussi différents que des embranchements, des classes et des ordres. Néanmoins tel qu'il est, il offre un moyen assez commode de se rendre compte des énormes différences qui existent entre les divers types. Le nombre des espèces vivantes qu'il rapporte est de 415 600; si l'on y ajoute les 80 000 espèces fossiles connues à ce moment (Neumayer), on arrive à 500 000 espèces environ, réparties dans vingt-deux groupes. Si les espèces étaient également distribuées entre les groupes, chacun d'eux en comprendrait environ 18 800, mais il est loin d'en être ainsi. Cinq ordres des insectes sur sept le dépassent, comme la classe des arachnides. La classe des insectes à elle seule comprend 281 000 espèces, plus de la moitié du nombre total des espèces fossiles et vivantes! Les myriapodes

et les crustacés forment aussi les groupes les plus riches.

Il est impossible de ne pas être frappé du rapport qui existe entre le type arthropode et la différenciation extraordinaire de ses formes spécifiques. Les arthropodes ont un squelette externe qui ne se prête plus à des modifications dès qu'il est durci, peu après l'éclosion de la larve jusqu'à la prochaine mue ou métamorphose. Ils possèdent des membres unimétamériques, formés d'un seul rayon articulé, pouvant présenter il est vrai de courts appendices latéraux mais ne formant jamais, chez les insectes, une lame à plusieurs rayons, comme c'est le cas dans l'autopode des vertébrés. Aussi ces membres ne peuvent-ils se plier aux nombreux usages auxquels se prête si aisément une patte de mammifère plantigrade, par exemple. Ils sont astreints à un emploi bien plus étroitement déterminé, d'où autant de membres différents qu'il y a de fonctions spéciales. Celles-ci sont infiniment plus variées chez les insectes, vivant sur terre, que chez les crustacés presque tous confinés dans la vie aquatique. La fonction du vol entraîne la formation de membres dorsaux, sans rapports morphologiques avec les membres ventraux représentant seuls les appendices métamériques. Les ailes, conformées de manières diverses caractéristiques des ordres, sont en outre susceptibles de présenter une grande variété de forme ou de coloration que l'on désigne souvent comme caractères d'ornementation, faute d'un mot meilleur. Les membres ventraux (pièces buccales et pattes) sont adaptés aux divers modes de préhension de la nourriture ou de locomotion, ou encore à des travaux d'ordre moins général (râpes, tarières, brosses des abeilles, etc.), et infiniment variés comme le sont les mœurs des insectes. Toutes ces conditions expliquent aisément le nombre prodigieux des espèces d'insectes dont rien n'approche dans les autres groupes. En effet dans le plus riche d'entre eux, celui des mollusques, les classes les plus favorisées, celle des

gastéropodes (y compris les pulmonés et les hétéropodes) et celle des lamellibranches possèdent : la première 15 000, la seconde 6 000 espèces environ (Woodward S. P.) (1).

Les chiffres donnés par Mœbius se sont considérablement accrus. Le nombre des vertébrés est doublé (66 000). Celui des insectes a augmenté encore davantage, mais il présente en outre, suivant les auteurs, des différences assez déconcertantes. P. Marchal (2) parle de 800 000 espèces, mais Gaja (3) cite un entomologiste américain qui en compte jusqu'à 2 000 000 !

Comment peut-on expliquer de semblables différences. Certainement par le souci extrême du détail, qui est poussé par les classificateurs à un point inimaginable. On sait ce qui s'est passé pour certaines espèces d'ammonites, par exemple, dans lesquelles on a pratiqué des coupures nombreuses d'après des différences de forme ou d'ornementation auxquelles on a attaché une importance sans doute exagérée. On avait reproché à d'Orbigny de réunir sous un seul nom spécifique de véritables fagots d'espèces. Mais la réaction a été trop forte et « à analyser toutes les formes ainsi séparées on se paralyse et on se dissout » (Welsch) (4). Bien des particularités élevées au rang de caractères distinctifs ne sont sans doute que des variations de l'espèce pouvant se rencontrer dans des individus issus d'une même origine. Boule rapporte que, se fondant sur des débris incomplets (mâchoires, dents, os isolés des membres), on a fait quatorze espèces de chevaux quaternaires, mais que chez le cheval actuel on constate des variations plus éten-

(1) Woodward (S. P.). *Manuel de conchyliologie*, trad. franç. par A. Humbert, Paris, 1870.

(2) Marchal (P.), *Revue scientif.*, décembre 1926.

(3) Gaja. *L'evoluzione e la scienza.*

(4) Welsch (J.). *Contribution à la connaissance des faunes jurassiques*. C. R. Acad. des Sc., 1928, t. CLXXXVII, p. 464-466.

dues que celles qui séparent ces prétendues espèces (1).

Si l'on songe que beaucoup d'espèces sont créées d'après des débris incomplets (paléontologistes) ou sur des échantillons de musée que leurs analystes n'ont jamais vus vivants, dont ils ne connaissent pas les mœurs, dont ils ne savent s'ils seraient féconds entre eux ou non, s'ils donneraient des hybrides ou des métis, si l'on tient compte aussi du désir des naturalistes d'attacher leur nom à une espèce nouvelle, on comprend que beaucoup des espèces décrites ne correspondent pas à de vraies espèces caractérisées par leur isolement des formes voisines, conséquence de l'infécondité des accouplements accomplis en dehors d'elles.

Bien que le nombre des espèces méritant ce nom soit sans doute bien au-dessous de celui qui figure dans les catalogues, il reste encore fort élevé. Depéret s'en est occupé dans un discours récent (2). Il rappelle qu'Osborn compte environ 900 000 espèces dans le monde actuel, mais considérant le grand nombre de sous-espèces qui ne doivent pas être dénombrées, il propose de se limiter à 400 000 espèces pour les animaux seulement. Comme une vingtaine de mondes se sont succédé dans les temps géologiques et que chacun d'eux devait posséder sensiblement le même nombre d'espèces qu'aujourd'hui, il aurait donc existé, notre époque comprise, au moins huit millions d'espèces animales.

La relation qui existe entre le nombre des espèces et celui des types dans une même classe est très importante en raison des conséquences théoriques qui en découlent. Cette relation est exprimée de la manière suivante par Fuchs que je cite d'après K. C. Schneider (3).

(1) Boule, *Ann. de paléontol.*, t. V, 1910, p. 118.
(2) Depéret, *Les grandes lois de l'évolution*. Disc. à l'Acad. des Sc. et Lettres de Lyon, juin 1927.
(3) Schneider (K. C.), *Einführung in die Deszendenztheorie*. 2e Auf. Iéna, 1911.

Le nombre des espèces dans un groupe est en raison inverse de celui des types renfermés dans le même groupe. En d'autres termes lorsqu'un groupe est riche en types il est pauvre en espèces et vice versa. Ainsi les crustacés, les mammifères sont riches en types, les insectes, les oiseaux en espèces. Il en est de même chez les végétaux : les smilacées, les rosiflores, les liliflores sont riches en types, les composées, les légumineuses et les graminées sont riches en espèces. Comme l'a fait remarquer Fuchs, cette distribution relative des espèces et des formes typiques ne s'accorde pas avec l'hypothèse de Darwin. En effet si les différences de types dérivent de l'accumulation de petites variations, on doit admettre que pour faire de grosses différences de type, comme celles qui se rencontrent dans la classe des mammifères il faut beaucoup plus de stades intermédiaires, beaucoup plus de variations, que pour engendrer les différences plus petites que nous trouvons dans la classe des oiseaux. En d'autres termes la classe des mammifères devrait être beaucoup plus riche en formes variées que celle des oiseaux. C'est juste le contraire, il y a incomparablement plus d'espèces d'oiseaux que de mammifères. De sorte que la riche formation d'espèces dans une forme principale monotone semble être la contre-partie de la faible formation d'espèces dans une forme principale riche en modifications. Ces deux choses s'excluent au lieu de s'appeler mutuellement, comme cela devrait arriver d'après la théorie de Darwin.

Valeur et signification de la classification.

La valeur de la classification est affirmée d'une manière éclatante par ce fait que les innombrables formes animales découvertes dans les explorations géologiques, géographiques ou marines si multipliées depuis plus de cent ans

n'ont point nécessité de remaniements sérieux de ses cadres. Dès que le tableau du règne animal de Cuvier eut reçu les changements rendus nécessaires par la connaissance plus complète d'animaux que la difficulté de leur étude avait, pour ainsi dire, soustraits à ses recherches, c'est-à-dire lorsque le nombre des embranchements eut été porté à sept par Leuckart (protozoaires, coelentérés, vers, échinodermes, mollusques, arthropodes, vertébrés), les cadres étaient tracés dans lesquels ont pu rentrer sans difficulté toutes les espèces connues jusqu'à aujourd'hui. Il a fallu augmenter le nombre de certaines cases, surtout des plus petites, en dédoubler quelques autres, mais les principes mêmes de Cuvier, sur lesquels était fondée la systématique, n'ont point dû être changés.

La possibilité de grouper dans quelques catégories générales seulement les millions d'espèces connues, témoigne en même temps de la rigueur et de la netteté des lois de l'organisation. C'est en effet sur celle-ci que sont basées les principales divisions du règne animal, embranchements et classes. Or, ces divisions sont en nombre infime vis-à-vis des espèces. Les embranchements dont le nombre a été légèrement augmenté, ne dépassent pas le chiffre de dix, qui résulte de coupures faites surtout dans les embranchements des vers et des mollusques. Ces coupures s'expliquent bien plus par la difficulté de l'étude des êtres qu'elles renferment et par les conceptions phylogénétiques auxquelles ils ont pu donner lieu, que par des différences vraiment importantes de leur organisation. Il faut tenir compte aussi, pour expliquer les divergences des auteurs sur le nombre et sur la limitation exacte des embranchements surajoutés, de la tendance naturelle des chercheurs à donner une importance exceptionnelle aux groupes qu'ils ont spécialement étudiés. Quoi qu'il en soit, les sept embranchements de Leuckart restent comme les noyaux autour desquels se groupent d'une manière naturelle et satisfaisante toutes les formes des êtres vivants.

Les classes, qui répondent aussi à des types généraux, sont restées, depuis leur formation, plus stables que les embranchements, ce qui indique qu'elles s'imposent vraiment aux naturalistes d'une telle manière qu'ils n'ont jamais pensé à les modifier. Leur nombre est aussi très petit par rapport à celui des espèces ; il varie un peu suivant les auteurs, mais seulement par le fait d'élever au rang de classes ce que d'autres considèrent comme des ordres. Or il ne dépasse pas la soixantaine, en tenant compte des classes observées seulement à l'état fossile. Le manuel classique de Rémy Perrier en compte quarante-sept y compris les protozoaires (1), tandis que K. C. Schneider, en 1902 (2), en reconnaissait quarante-quatre, en dehors de ces derniers. Les chiffres donnés par d'autres auteurs oscillent autour de ceux-ci. En admettant le nombre de soixante, avec les fossiles, nous sommes donc probablement au-dessus de la vérité. Il n'y a donc qu'un petit nombre de combinaisons organiques générales possibles, représentées par les classes, et l'accord presque unanime des naturalistes atteste la valeur incontestable de ces catégories systématiques.

En même temps qu'elles montrent la précision des grandes lois de l'organisation, les classifications permettent de limiter ce que l'on a appelé l'imprévisibilité de l'évolution. Si l'on a voulu dire par là qu'il était impossible de prévoir les innombrables combinaisons de caractères réalisées par les espèces, on ne se trompe point, mais si l'on prétend que tout est possible, que les combinaisons les plus inattendues ont pu se réaliser au cours de l'évolution, c'est une grave erreur. Des millions d'espèces peuvent exister mais elles rentrent toutes dans un petit nombre de classes. Celles-ci ont toutes une durée très

(1) Perrier (Rémy), *Cours élémentaire de zoologie*, 8ᵉ éd., Paris. 1924.

(2) Schneider (K. C.), *Lehrbuch d. vergleich. Histologie d. Tiere*, Iena, 1902, p. 235-240.

longue et se rattachent à un plus petit nombre encore de combinaisons plus générales, les embranchements, dont la plupart remontent à l'époque où s'observent les premiers restes d'êtres vivants. Un seul, celui des vertébrés, est d'origine un peu plus récente, bien qu'il remonte aussi jusque dans les temps primaires. Il est donc évident que le mot imprévisibilité s'applique bien mal aux changements accomplis. Le chaos, ou tout au moins l'indéterminé qu'il suppose, n'a jamais existé. Les détails qui peuvent se superposer à l'organisation générale d'un être vivant, les adaptations particulières de ses parties les plus superficielles peuvent sans doute être imprévisibles, sa structure ne l'est jamais, en ce sens que du moment qu'elle a été une fois rencontrée elle se conservera telle, avec une constance si remarquable que toute idée d'imprévisibilité doit être immédiatement exclue.

La forme d'arbres généalogiques que l'on peut toujours donner aux classifications n'implique point du tout la preuve du transformisme. En effet le tronc unique ou les principales branches originelles de leurs ramifications ne répondent pas à des êtres concrets. Embranchements, classes, ordres, qui sont les centres sur lesquels s'appuient les ramifications définitives, répondent à autant d'idées générales parfaitement définies et légitimes, mais à aucun animal ayant jamais vécu avec les seuls caractères qu'elles comportent. Cela ne veut pas dire, comme on le pense trop souvent, que ces divisions n'ont aucune valeur. Le triangle et le cercle qui sont comme elles des idées abstraites n'en ont pas moins une valeur réelle, et les géomètres ont pu, en étudiant ces figures, leur reconnaître des propriétés générales et des lois de constitution qui sont vérifiées à la fois par le calcul et par l'expérience de chaque jour. L'organisation d'un être vivant étant infiniment plus complexe qu'un triangle ou qu'un cercle, il est évident que sa définition devient plus

difficile. Dans les cas d'une complication extrême ces définitions exigeraient presque une véritable description, ce qui explique aisément les contradictions dont elles peuvent être l'objet. Mais ces difficultés inévitables ne condamnent pas le moins du monde ces catégories systématiques et ne justifient pas le dédain dont elles sont parfois l'objet.

Pour les grandes divisions comme les embranchements et les classes, leur valeur purement abstraite ne fait pas de doute; même parmi les transformistes décidés, il en est peu qui oseraient soutenir qu'une classe représente l'ensemble des êtres issus d'un ancêtre commun et surtout définir cet ancêtre.

Pour les ordres il en est un peu différemment, et la tendance actuelle est de considérer chacun d'eux comme l'ensemble des lignées parentes issues d'un couple primitif. Cependant on s'est bien aperçu depuis longtemps qu'il n'en était pas ainsi dans certains cas. H. Gadow a montré (1) que l'ordre des ratités, comprenant les autruches, casoars, apteryx actuels, etc., réunissait des espèces appartenant à divers groupes. Il admit donc que cet ordre était formé par le groupement artificiel d'oiseaux n'ayant de commun entre eux qu'une atrophie plus ou moins prononcée des ailes, entraînant naturellement une ressemblance générale et quelques caractères communs; c'était un ordre par convergence. On ne peut douter qu'il en soit de même dans un très grand nombre de cas. D'autre part la critique des arbres généalogiques faite plus haut montre bien que le lien réunissant dans un même ordre un nombre plus ou moins grand de formes différentes, est purement conceptuel ou abstrait. C'était du reste l'opinion des fondateurs du transformisme qui ne considéraient guère ces catégories systématiques que comme des groupements artificiels momentanés, destinés à faire

(1) Gadow (H.). *Vögel in* Bronn's Klassen.... 1890.

place à d'autres. Leurs successeurs ont voulu trouver en elles une preuve de la descendance. La discussion ci-après permettra de les départager.

Mais auparavant il faut rappeler que les termes correspondants de la systématique n'ont pas exactement la même valeur dans tous les cas. Une classe des vertébrés répond à une organisation autrement complexe qu'une classe des échinodermes. Elle est donc susceptible de plus de modalités différentes, elles-mêmes plus riches en subdivisions que les degrés correspondants de la hiérarchie systématique des échinodermes. De là une diminution de valeur de tous les termes successifs dans la systématique des embranchements inférieurs. Un ordre peut alors correspondre à une famille, et, comme les différents membres de cette dernière catégorie peuvent dans certains cas être considérés comme généalogiquement unis, il ne faudrait pas se servir de ces cas pour prétendre que les ordres renferment toujours des formes génétiquement liées.

Quoi qu'il en soit, il arrive un moment où les catégories de la systématique ne désignent plus des êtres purement abstraits, mais des types concrets existant comme tels pendant plus ou moins longtemps. A quel moment apparaît ce changement? Nous l'avons dit, c'est avec les types formels, c'est-à-dire avec ces êtres qui joignent à une organisation commune en même temps à d'autres, des proportions ou des détails de structure, une forme en un mot qui leur est propre et qui leur donne, avec une place déterminée dans l'ensemble, un mode d'action, un genre de vie particuliers.

Mais à laquelle des catégories systématiques inférieures à l'ordre appartiennent les types formels? Sont-ils représentés par les sous-ordres, les familles, les genres ou les espèces? La question paraît fort difficile. Il ne semble pas cependant qu'elle soit insoluble. Les types formels comprennent un certainnombre d'espèces qui, dans un ordre

donné, se distinguent des autres par une certaine forme extérieure ou par un certain port. Ces catégories répondent aux sous-ordres ou aux familles naturelles. Aux sous-ordres parce que le terme s'applique souvent à de vraies formes un peu spéciales distinguées à cause de cela des familles ordinaires du groupe, par exemple le galéopithèque parmi les insectivores, les mégachiroptères parmi les chauves-souris. Les types formels répondent aussi aux familles, du moins aux familles naturelles; toutes les familles n'ont point en effet la même valeur. Dans des groupes très riches, les nécessités du classement de toutes les différences perceptibles, même minimes, forcent à multiplier les coupures et certaines d'entre elles arrivent à porter le nom de famille qu'elles ne mériteraient pas de par leur constitution. Mais, en dehors de ces exceptions, les familles répondent bien aux types formels. Tel est le cas pour les familles des ours, chiens, chats, martes, civettes, hyènes parmi les carnivores fissipèdes. Chacun de ces types possède un certain nombre de traits unis entre eux d'une telle façon que tous les individus du groupe, quelles que soient leurs différences accessoires, se rapprochent plus entre eux que des autres formes et participent d'une même nature.

Mais pour reconnaître la véritable nature d'un être il ne suffit pas de compter des caractères, d'accumuler surtout des « caractères nus », des détails qu'on peut trouver disséminés çà et là dans les individus d'une même classe. Il faut rechercher surtout ceux qui, reliés entre eux par des corrélations évidentes, donnent au type sa constitution spéciale et l'opposent aux autres types du même ordre. Un exemple nous fera mieux comprendre. L'homme, on le sait, a occupé dans les classifications des naturalistes toutes les places possibles. Il a constitué un règne, un ordre, une famille, un ou plusieurs genres, une ou plusieurs espèces avec des races bien distinctes. Il est avant tout un type formel, c'est-à-dire tel que sa

nature biologique le sépare suffisamment des autres primates pour en faire une forme particulière isolée. On connaît la magnifique définition de Blumenbach : *Homo, animal rationale, loquens, erectum, bimanum*, que l'on peut traduire en la précisant encore : l'homme, mammifère doué de la raison, de la parole, de la station verticale et de deux mains. Elle renferme l'essentiel de ce qui le caractérise parce qu'elle s'appuie sur un ensemble de caractères reliés entre eux qui le distinguent absolument de tout le reste des animaux. La raison et la parole sont en effet intimement liées; pas d'abstraction, pas de généralisation, et pas de généralisation, pas de langage possible. Il en est de même pour la station verticale et la possession de deux mains. Station verticale veut dire reposant exclusivement sur les pieds, sans jamais comporter dans la marche un appui sur les mains, ce qui donne à celles-ci une liberté, une mobilité, une indépendance inconnues jusqu'alors. On pourrait dire, en s'en tenant au pur nominalisme dont nous avons parlé, que la main de l'homme a les mêmes os et les mêmes muscles que celle des grands singes. C'est vrai, en gros, mais ces os et ces muscles n'ont ni les mêmes proportions, ni tout à fait la même forme, ni la même action. D'ailleurs, pour comprendre la main humaine il ne faut pas la considérer seule, à l'état de segment séparé du membre. La délicatesse et la multiplicité de ses fonctions exigent une autre attache du bras à l'épaule permettant les mouvements de fronde, une disposition un peu différente de l'articulation du coude favorisant la supination totale, et une série de connexions neuro-musculaires nécessaires à l'indépendance des doigts.

Lorsqu'on a réfléchi à tous ces traits particuliers de l'homme et dont la corrélation avec la station debout est si évidente, on aperçoit sans peine, sous la ressemblance grossière qu'il offre avec les grands singes, sa nature si différente jusque dans les moindres détails. On ne compte

pas seulement des caractères purement nominaux, on voit ce qui se cache de différences sous les mêmes noms d'os et de muscles. Mais pour peser et évaluer exactement les caractères il ne faut pas s'en tenir à un examen superficiel ou à un nom hâtivement donné. On a refusé de considérer le caractère *erectum* comme exclusif à l'homme et par conséquent comme le séparant des autres êtres, parce que le pingouin parmi les oiseaux, la gerboise parmi les mammifères, se tiennent aussi debout (1). Vraiment il faut que la déformation professionnelle du classificateur soit bien grande, que la confiance qu'il a dans la valeur du mot caractère soit tout à fait aveugle, pour l'empêcher de voir que le même mot désigne souvent des choses très différentes ou même opposées. *Erectum* veut dire, chez l'homme : qui se tient debout sur ses jambes verticales, le tronc et la tête étant également verticaux, tandis que dans les autres cas il signifie un redressemeut incomplet du tronc, obtenu par des changements dans les proportions des segments du membre inférieur, et dans l'ouverture des angles qu'ils forment entre eux. Il est impossible d'avoir affaire à des choses plus différentes, et on désigne cela comme un même caractère !

Que sont les catégories systématiques consécutives aux types formels, les genres et les espèces ? Ce sont des catégories naturelles ou artificielles, comme les familles elles-mêmes, selon qu'elles sont formées suivant la véritable nature des êtres et leur isolement génétique, ou au contraire sur des caractères sans valeur. L'isolement génétique des formes plus ou moins voisines a beaucoup préoccupé les naturalistes du début du dix-neuvième siècle, et en particulier de Quatrefages. Comme il repose sur une observation multiséculaire, il répond

(1) GEOFFROY SAINT-HILAIRE (Isid.), *Hist. nat. des règnes organiques*, t. II, p. 190 et suiv.

évidemment à quelque chose de très réel, et l'on peut admettre qu'il existe certainement dans la nature des formes qui, bien que voisines en apparence, ne peuvent s'unir. Quel est leur nombre relativement à celui des genres et des espèces couramment admis? C'est ce qu'il est impossible de dire. Il est fort probable que bien des genres et des espèces faisant partie des types riches en formes ne répondent pas à ces conditions. Mais cela importe peu, l'essentiel c'est l'existence indubitable, physiologiquement prouvée, de ces catégories systématiques, comme types concrets indépendants et se maintenant tels pendant une période le plus souvent extrêmement longue.

Une dernière objection se présente alors. Peut-on considérer comme également concrets des groupes d'étendue si différente qu'espèces, genres et types formels? Ces derniers, les plus vastes, ne seraient-ils pas de simples types abstraits comme l'ordre? Tous sont des types concrets, parce que tous sont représentés par des formes nettes, par des configurations qui imposent à leurs porteurs un certain genre de vie plus ou moins identique, mais en tout cas bien différent de celui des autres types formels. On objecte qu'il n'y a pas réellement d'ursidés mais les différents genres de cette famille, pas de genre chien mais le chien domestique, le loup, le renard, pas d'homme mais des hommes. Ce dernier exemple permet de réfuter l'objection en faisant ressortir en même temps le danger de l'anthropomorphisme auquel on s'expose toujours lorsqu'on compare les animaux et l'homme. Lorsqu'un philosophe dit qu'il ne connaît que des hommes, c'est qu'il pense avant tout à l'homme intellectuel, moral ou social, et sa réflexion est très juste. Mais au point de vue biologique elle ne l'est plus. Grasset a pu écrire une biologie humaine, il n'a jamais pensé à le faire pour les races noire, jaune ou blanche. C'est qu'en effet, bien que l'homme ait une individualité plus

marquée qu'aucune autre espèce, que ses races se distinguent par des caractères plus prononcés, que sa constitution comporte des tempéraments très divers, il n'en est pas moins vrai, comme le prouve l'interfécondité de toutes les races actuelles, qu'il forme un seul et même type biologique concret. Il en est de même pour les types formels; leur isolement génétique est indubitable mais la nature commune de leurs subdivisions ne peut pas être niée non plus. Elle les sépare suffisamment des types formels les plus rapprochés d'eux pour que l'on soit autorisé à les considérer comme des déterminations spéciales de l'organisation d'un ordre, déterminations plus générales que les suivantes, lesquelles sont représentées par des variantes du type formel, dues, comme on l'a dit, à des adaptations particulières de ce type, à des conditions de lieu, de temps et d'existence qui les différencient suffisamment du type formel commun pour leur mériter la valeur de genres et d'espèces. Que ces différenciations spéciales des types formels puissent avoir pris naissance les unes des autres par voie de descendance et en particulier sous l'influence des facteurs invoqués par les transformistes (action des milieux, lutte pour l'existence, sélection naturelle, transmission des caractères acquis), c'est possible. Mais ces transformations ne peuvent pas dépasser les limites des types formels. Comme le faisait remarquer Broca dans un passage rapporté plus haut (1), comme le reconnaît le transformiste D. Rosa (2), l'action des facteurs transformistes ne dépasse pas, si même elle les atteint, les limites des familles.

Cette limitation des transformations possibles est en rapport avec deux lois extrêmement importantes toutes

(1) Voyez p. 26.

(2) Rosa (Daniele). *Ologenesi. Nuova teoria dell' evoluzione.* R. Bemporad e figlio, Firenze, 1918, p. 24-26. Pour le transformisme de D. Rosa, voy. p. 266 note.

deux, l'une physiologique, l'autre morphologique. La loi physiologique est celle de la fécondité limitée ou de l'isolement génétique qui s'oppose absolument au mélange des formes et limite les groupes.

La seconde, morphologique, consiste dans ce fait que les formes voisines, que l'on peut supposer capables de se transformer les unes dans les autres, c'est-à-dire les subdivisions des types formels, possèdent toutes au fond la même nature, le même type d'organisation qui est leur caractérisation la plus profonde, la meilleure justification de leur rapprochement. Si ce type d'organisation n'apparaissait que peu à peu, se dessinant de plus en plus pendant la succession géologique des espèces, on pourrait penser qu'il est né lui-même de leur évolution, mais ce n'est pas le cas. Les premières espèces révélées par la paléontologie n'appartiennent pas à des groupes indéterminés, ce ne sont pas des types vagues, comme on pourrait le croire à la lecture de certains ouvrages; elles appartiennent à des ordres et des classes indubitables et parfaitement caractérisés dès la première d'entre elles. Très souvent même les formes les plus différenciées apparaissent parmi les premières, comme par exemple les céphalopodes parmi les mollusques, les gigantostracés parmi les crustacés; les premiers mammifères se montrent dès le trias, avant l'épanouissement complet des reptiles, les amphibiens presque en même temps que les premiers poissons.

Cette communauté d'organisation qui réunit tant de formes en peu de types répond à ce que de Quatrefages appelait la *loi de caractérisation permanente* qui, dans son esprit, retenait les variations dans certaines limites de manière à conserver les caractères les plus profonds des groupes (1). Mais de Quatrefages pas plus que Darwin

(1) QUATREFAGES (A. DE), *Darwin et ses précurseurs français*. p. 122-123.

n'avait suffisamment distingué les caractères de forme des caractères d'organisation et il les confondait dans la définition des espèces. Le nombre illimité de ces dernières, la quantité infiniment moindre des types d'organisation apprennent à distinguer nettement les deux choses. La caractérisation permanente n'est autre que la rigidité des lois de l'organisation entraînant la rareté et la permanence des combinaisons organogénétiques possibles. Les lois de la fécondité limitée et de la caractérisation permanente des types d'organisation ont apporté dans le monde vivant un ordre qui a toujours existé et qui se maintient encore aujourd'hui. Le flux continuel, ininterrompu et imprévisible des formes, que l'on admet sans y regarder de trop près, n'est qu'une vision imparfaite et déformée de la réalité.

CHAPITRE VII

LA PALÉONTOLOGIE, LA BIOGÉOGRAPHIE ET LE TRANSFORMISME.

La distribution des êtres organisés à travers les couches géologiques ou dans les mers et les continents actuels a paru fournir au transformisme quelques-uns de ses arguments les plus forts.

En effet la succession des formes fossiles montre une évolution indiscutable, au moins d'une manière générale, sinon dans le sens transformiste, et d'autre part Darwin et ses émules ont trouvé dans la distribution actuelle des espèces bien des faits qui semblent en faveur de liens généalogiques entre elles.

Mais dans cette partie du problème posé par le transformisme, comme dans les autres, il faut préciser soigneusement la signification des mots et la portée des faits, sous peine de confusions sans nombre qui perpétuent l'équivoque contenue dans les termes.

Les mots évolution et transformisme sont souvent considérés comme synonymes. C'est une grave erreur. Évolution peut se dire de tous les changements qui, se produisant dans un ensemble de parties ou dans un être donné, leur confèrent des aspects ou des qualités différentes suivant les moments. Une évolution semblable a été parcourue par le monde vivant, sans que l'on en puisse douter. Mais le transformisme est une théorie, une explication spéciale de cette évolution. Il faudra voir si cette théorie convient à l'explication de l'évolution biologique, et sinon, se hâter de disjoindre les

deux mots, de ne plus les employer l'un pour l'autre.

Les observations biogéographiques de Darwin paraissent, dans la plupart des cas, s'accorder bien mieux avec l'idée de descendance qu'avec toute autre explication. Mais jusqu'où s'étend la portée de ces observations? Valent-elles pour tous les types des êtres organisés, depuis les plus concrets, les espèces, jusqu'aux plus généraux, les embranchements?

Telles sont les principales questions qu'il faut examiner dans ce chapitre.

Distribution géologique.

La distribution géologique des êtres organisés a une importance considérable; comme elle montre une complication de plus en plus grande des formes à mesure que l'on s'approche de l'ère actuelle, elle constitue la preuve irréfutable d'une évolution, c'est-à-dire d'une série de changements successifs. Si, en effet, des êtres nouveaux apparaissent dans le cours des temps, on peut admettre qu'ils descendent de ceux qui les ont précédés. Cette évolution peut-elle être invoquée en faveur du transformisme? On l'admet généralement; mais la question mérite d'être examinée de près, car elle n'est pas aussi simple qu'elle le paraît à première vue.

Si l'on envisage les choses en gros, elles paraissent d'abord tout à fait favorables au transformisme. Comme on ne trouve pas de vertébrés dans les plus anciennes couches fossilifères et que l'on voit apparaître successivement les poissons, les amphibiens, les reptiles et les mammifères, il semblait naturel de conclure que ces différentes classes étaient sorties les unes des autres. Cette conclusion était d'autant mieux acceptée qu'on ne songeait guère à leur anatomie si différente et si discontinue, que l'on considérait seulement leur complication progressive et leur supériorité relative, en un mot leur

place dans la série, pour employer l'expression consacrée. La constitution relativement simple et la puissance médiocre des amphibiens et des reptiles actuels venaient à l'appui de cette sériation imaginaire et portaient à considérer tout d'abord ces deux classes comme des formes inférieures arrêtées sur la voie qui conduit aux mammifères. Depuis on s'est aperçu que ces groupes prétendus transitionnels ne sont point simplement des anneaux de la chaîne évolutive, mais des types puissants, autonomes, qui ont fourni, chacun à son heure, une faune magnifique, qui ont une histoire propre et leur fin en eux-mêmes puisqu'il ne peut plus être question de rattacher les mammifères aux types supérieurs des amphibiens ou des reptiles secondaires. Les amphibiens stégocéphales (labyrinthodontes) du permien et du trias, les théromorphes, dinosauriens, plésiosaures, ichthyosaures, mosasaures, de l'époque secondaire, ont présenté une complication anatomique et une puissance que les amphibiens et les reptiles d'aujourd'hui sont bien loin d'atteindre.

L'histoire paléontologique des invertébrés montre de même que leur développement ressemble bien peu à celui qu'exigerait la doctrine transformiste.

Dans le précambrien on trouve des protozoaires (radiolaires) qui ne diffèrent pas essentiellement des formes actuelles. Dès le cambrien inférieur on rencontre des crustacés, des vers, des brachiopodes, des mollusques, des échinodermes, des cœlentérés, en un mot toutes les formes principales du règne animal, sauf les vertébrés. Les représentants de ces types ne sont pas des êtres mixtes, à peine différenciés, pouvant être regardés comme les formes primitives d'où sortiraient ultérieurement classes et ordres, mais, comme le fait remarquer Dacqué (1), ils appar-

(1) Dacqué (E.), *Palaeontologie, Systematik, und Descendenzlehre*, in Abstammungslehre... Iena, 1911.

tiennent déjà à l'une ou à l'autre de ces subdivisions de leur embranchement, et ne sont aucunement leurs aïeux. Les crustacés sont déjà séparés en entomostracés, branchiopodes, trilobites; les mollusques en lamellibranches, gastéropodes, céphalopodes; les brachiopodes en articulés et inarticulés; les cœlentérés en coraux et hydrozoaires, et à côté d'eux existent des éponges. Le type de l'embranchement est parfaitement réalisé dans chaque cas avec tous ses traits essentiels; disposition des feuillets ou des organes, constitution histologique, comme le montre l'examen microscopique des parties dures seules conservées, mais dont la structure est exactement la même que dans les formes actuelles correspondantes et qui, par conséquent, ont dû être engendrées par des tissus identiques à ceux d'aujourd'hui, fonctionnant de la même façon.

Par conséquent, pour les invertébrés, la formation du type de l'embranchement ou, comme on dit l'évolution de ce type, lorsqu'on suppose qu'il s'est développé à partir d'une simple cellule initiale, est complètement achevée dès que l'on rencontre un premier échantillon fossile lui appartenant. Il n'y a pas d'intermédiaires entre vers, échinodermes, mollusques ou arthropodes. Dans chaque cas le type est complet avec toutes ses corrélations anatomiques et histologiques propres, bien distinctes de celles des autres types.

Cette évolution est la plus complète que l'on puisse imaginer pour chacun de ces types puisqu'elle ne varie plus (dans son fonds) depuis des temps si reculés et qu'elle se maintient pour ainsi dire sans changements jusqu'à l'heure actuelle. En effet les changements que l'on peut observer dans chaque type, par l'apparition de combinaisons organiques ou de formes nouvelles, sont d'une importance bien moindre et ne constituent pas à proprement parler une évolution car ils n'apportent pas un perfectionnement sensible aux diverses fonctions et

sont simplement des modalités particulières du type adaptées à quelques rôles nouveaux remplis avec les mêmes organes essentiels à peine modifiés. Les tétracoralliaires anciens ont des cloisons autrement disposées que les hexacoraux plus récents, mais ils n'ont point une autre anatomie fondamentale. Les astéries qui sont parmi les types les plus compliqués des échinodermes, les plus actifs et les mieux pourvus au point de vue sensitivo-moteur, sont cependant les plus vieilles espèces connues de cet embranchement. Les cystidés et les blastoïdes ne sont pas non plus des étapes de l'évolution des échinodermes nécessaires à la formation des espèces plus récentes. Ce sont des formes aberrantes, excentriques, qui se multiplient et se différencient sans donner de descendants. Les trilobites étaient, comme les limules actuelles, de vrais arthropodes, avec les tissus spéciaux et l'organisation particulière de ces derniers. Les plans arthropode, mollusque, échinoderme, cœlentéré, si l'on veut permettre cette expression qui peint bien la composition morphologique très spéciale de chacun de ces types, étaient donc pleinement réalisés dès ce moment dans leur constitution essentielle, sinon dans toutes les modalités qu'ils ont présentées par la suite.

En un mot la paléontologie ne nous fait point assister à l'évolution des grands types d'invertébrés qui était faite dès les premiers fossiles connus, et les changements que l'on pourra constater dans la suite, l'apparition de nouvelles classes, de nouveaux ordres, seront bien peu de chose à côté des transformations qui auraient été nécessaires pour conduire d'une cellule primitive ou même d'une gastraea à l'embranchement considéré, si toutefois il a jamais existé un déroulement réel, une suite véritable de modifications pareilles. Que l'on réfléchisse à ce qu'il aurait fallu pour transformer une gastraea en n'importe lequel des embranchements des invertébrés, pour différencier ses feuillets primordiaux, pour faire apparaître

le mésoderme, lui imprimer ses différents modes d'évolution et donner aux différents tissus leur constitution spéciale, et l'on se rendra compte des difficultés de l'entreprise.

Quoi qu'il en soit, les plus vieux représentants de la faune cambrienne ne nous fournissent aucun renseignement sur les étapes qu'auraient pu suivre les divers embranchements pour se former à partir de types plus simples. On a donc pensé, et c'était naturel étant donné l'acceptation du transformisme, que leur formation était bien antérieure au cambrien. C'est bien reculer le problème, alors que nous allons voir apparaître plus tard régulièrement dans la suite des couches géologiques les divers représentants, bien plus compliqués et différenciés, de l'embranchement des vertébrés et que leur naissance ne sera pas plus claire. Mais alors se dresse la formidable question de l'insuffisance des archives géologiques. L'érosion par les eaux d'une part, le métamorphisme de l'autre, si puissant dans les couches anciennes où il a pu faire disparaître toute trace de corps organisés, mais dont l'action se fait sentir même dans des couches bien plus récentes, ont soustrait à nos recherches une foule de formes ayant vécu. Il faut donc garder une prudence extrême pour ce qui regarde l'origine des invertébrés.

Mais si l'on ne peut méconnaître les lacunes des archives géologiques, il ne faut pas cependant négliger ce qu'elles laissent reconnaître, et ce qu'elles nous révèlent sur le développement des vertébrés est particulièrement intéressant. En effet ceux-ci apparaissent seulement dans le silurien supérieur avec quelques formes ichthyennes aberrantes, mais les poissons vrais se montrent en abondance dès le dévonien inférieur et sont dès ce moment déjà représentés par les quatre sous-classes des élasmobranches, des téléostomes, des dipneustes et des cyclostomes. Il est bien possible que les formes primitives des

poissons nous échappent, parce qu'elles étaient placées dans des couches profondes disparues par érosion ou transformées par le métamorphisme, mais il est difficile de le prétendre pour les amphibiens et les premiers reptiles qui se montrent seulement dans le carbonifère, c'est-à-dire après la longue période dévonienne si riche en débris de poissons. C'est encore plus improbable pour les mammifères placentaires qui apparaissent en quantité considérable à la base des terrains tertiaires, alors qu'on en trouve seulement de rares représentants dans les couches jurassiques et crétacées qui ont fourni cependant une faune reptilienne si riche. Enfin l'homme lui-même, si tard venu dans les temps géologiques, est encore un exemple de l'apparition brusque d'une forme bien distincte, dans le cours de périodes abondamment pourvues de débris organiques de toutes sortes et qui devraient avoir gardé quelque trace de ses prédécesseurs supposés.

Le mode d'apparition des différentes formes concorde trop bien dans les divers groupes des vertébrés pour qu'on puisse douter qu'il représente assez exactement, dans ses grandes lignes tout au moins, l'ordre et les conditions morphologiques dans lesquels ces animaux se sont succédé. Or les notions tirées de son étude ne confirment aucunement l'idée d'un développement graduel, régulièrement déployé à partir de formes primitives peu compliquées et passant aux espèces supérieures par des transitions insensibles, comme on se plaît à l'imaginer.

Un premier trait caractéristique de l'évolution des vertébrés, c'est que leurs classes apparaissent avec tous leurs traits essentiels permettant de les distinguer parfaitement, et non sous l'aspect de formes de transition conduisant aux invertébrés, s'il s'agit des poissons, ou aux vertébrés inférieurs pour les classes plus élevées. Les premiers vertébrés connus se rencontrent dans le silurien supérieur et sont représentés par des formes singulières (ostracodermes, antiarchi), voisines sans doute des poissons,

mais trop différentes des diverses sous-classes de ces derniers pour que l'on puisse les rapprocher d'aucune d'entre elles. Cependant quelque énigmatiques que soient encore certaines de ces formes, il ne peut être question de les rattacher à aucun type d'invertébré, pas plus que d'en faire des formes initiales, des types synthétiques ou généralisés. Ce sont des êtres très isolés, au moins jusqu'ici, mais cet isolement se rencontre dans bien d'autres types, et les formes anormales des mammifères, par exemple, ont été depuis longtemps signalées par de Blainville. Les premiers poissons représentés dès le dévonien inférieur par des exemples complets sont des poissons incontestables et n'offrent point la moindre transition vers des formes inférieures, ni vers les schémas imaginés par les embryologistes pour expliquer l'origine des formes. Leur appareil branchial, s'il présente chez certains d'entre eux un nombre d'arcs un peu supérieur à celui de la majorité des poissons actuels, ne ressemble en rien à celui de l'amphioxus. Leur bouche est semblable à celle que l'on trouve aujourd'hui et ne répond point au paléostome des embryologistes; les yeux pinéaux, lorsqu'il en existe une trace (trou pinéal), étaient déjà impairs et médians et n'offraient point la position latérale exigée par certaines théories du développement du système nerveux. Les rapports des régions (tête, tronc, queue) étaient les mêmes qu'aujourd'hui et rien n'autorise à croire à la présence d'un intestin post-anal.

De même les premiers amphibiens étaient des quadrupèdes à membres typiques ne présentant aucune trace de la structure des membres des poissons. Les premiers reptiles sont souvent considérés comme plus ou moins continus avec les amphibiens, mais cela d'après des caractères ostéologiques seulement, et empruntés à des squelettes incomplets. Il est fort probable que les caractères architecturaux (présence du cou et division de la cavité viscérale) les distinguaient déjà nettement des am-

phibiens comme ils le font aujourd'hui. Enfin le premier mammifère connu (trias) est représenté par une mandibule portant des dents de mammifère et constituée par une seule pièce osseuse, contrairement à ce qu'elle est chez tous les autres vertébrés.

Les principales divisions de chaque classe s'ébauchent de très bonne heure et sont complètement séparées les unes des autres dès les premiers temps. Ainsi les poissons présentent dès le début du dévonien leurs trois groupes essentiels : élasmobranches, téléostomes et dipneustes, qui se continuent jusqu'à nos jours. On a découvert récemment des restes admirablement conservés de poissons qui paraissent appartenir au groupe des cyclostomes et dont certains détails témoignent d'un développement avancé. S'il en est bien ainsi, le groupe des cyclostomes est aussi vieux que les trois précédents. La classe des amphibiens est représentée dès le milieu du carbonifère par les trois ordres des lépospondyliens, temnospondyliens et stéréospondyliens qui se montrent simultanément et ne peuvent par conséquent être dérivés les uns des autres.

Les reptiles se montrent pour la première fois à la fin de l'ère carbonifère, représentés par la sous-classe des prosauriens (ordre des microsauriens). Ceux-ci sont souvent considérés comme le tronc initial de la classe, mais on observe bientôt à côté d'eux, et sans intermédiaires, des animaux très spécialisés et de grande taille, les proreptiles du permien, puis les théromorphes qui commencent à apparaître à la même époque et, dès la période suivante, le trias, huit sous-classes sur les onze que comptent les reptiles, existent déjà ou ont existé et une neuvième, celle des ptérosauriens, est près d'apparaître.

Pour les oiseaux, laissant de côté l'archæopteryx qui ne peut être pris pour leur ancêtre, mais qui est une forme aberrante, on peut signaler que beaucoup de groupes parfaitement distincts existent déjà côte à côte à

la fin du crétacé (gruiformes, charadriiformes, ciconiiformes, anseriformes).

Quant aux mammifères, qui paraissent être représentés pendant longtemps par un petit nombre de formes, il faut remarquer que si, au lieu d'examiner leur classe en bloc, on envisage à part le groupe des placentaires, celui-ci rentre bien dans le cas général, étant représenté au début des temps tertiaires par une série de formes contemporaines, telles que les condylarthrés, les créodontes, les amblypodes, les tillodontes, les ganodontes, et que les différents ordres actuels sont parfaitement nets dans l'oligocène.

Ainsi l'arbre généalogique qui représente l'origine des classes dans l'embranchement des vertébrés n'est point constitué par un tronc unique (forme primitive) n'émettant des branches (formes secondaires ou classes diverses) qu'à partir d'une certaine hauteur, mais bien par un buisson plus ou moins touffu dont les maîtresses branches naissent au ras du sol sans qu'il soit possible de voir le tronc commun ou la racine d'où on voudrait les faire naître.

Les formes « générales fondamentales primitives », comme disait Haeckel, les protovertébrés, prosélaciens, protamphibiens, protamniotes, promammaliens, n'ont jamais existé que dans son imagination. Les organismes anciens n'eussent-ils vécu qu'un seul jour, devaient être adaptés à toutes les conditions de la vie, comme ceux d'aujourd'hui. « Mers et continents anciens n'étaient pas peuplés de schémas (Koken) et *toujours des formes adaptées, spécialisées ont été le support de l'évolution réelle* » (Dacqué) (1).

Il n'y a pas de formes primitives réunissant les caractères de plusieurs classes, comme on l'avait cru à un moment donné lorsqu'on imagina les types collectifs. Le crâne stégocéphale, les dents à ivoire plissé, l'armure

(1) DACQUÉ (E.), *loc. cit.*, p. 178 (en italiques dans le texte).

dermique des amphibiens paléozoïques ne leur viennent pas directement des crossoptérygiens, mais sont le résultat d'une adaptation convergente (Dacqué) (1). Des formes généralisées se rencontrent seulement dans les classes, comme source d'un certain nombre d'ordres, mais elles ne représentent pas à elles seules toute la classe qui comprend toujours à côté d'elles d'autres types distincts.

Les ordres, comme les classes, apparaissent à peu près en même temps, les uns à côté des autres; leur développement ne se fait point d'habitude lentement, à petits coups et par une longue suite de formes intermédiaires, mais pour ainsi dire brusquement. Les chiroptères, les cétacés, les siréniens se reconnaissent dès le début comme tels et leurs espèces les plus anciennes ont déjà tous les caractères fondamentaux de leurs groupes (orientation des membres, topographie, etc., etc.).

Les arbres généalogiques des ordres ont donc aussi la forme buissonnante, qui d'ailleurs se retrouve dans toutes les divisions de la systématique. La représentation la plus exacte de l'histoire et du développement des classes, des ordres, des familles, des genres, des grandes espèces même, est toujours donnée par des rameaux parallèles que l'on suit plus ou moins loin dans la série des âges, et dont la liaison avec un tronc commun est très rarement établie. Et cela n'est pas vrai pour les vertébrés seulement, mais pour le développement du règne animal tout entier à partir du cambrien, comme l'a bien montré Dacqué. De cette époque à nos jours les formes se rapprochent des nôtres d'une manière générale, mais dans le détail, il y a bien des faits à remarquer. Des groupes sont remplacés par de plus simples ou de plus compliqués sans que les plus simples soient pour cela les plus anciens. Pour que l'on ait bien l'impression d'un arbre phylogénétique, il faudrait que les formes se succèdent dans le

(1) DACQUÉ (E.), p. 177.

temps d'une manière régulière. Depuis cinquante ans la paléontologie s'est efforcée de dresser cet arbre, mais elle n'est pas arrivée aux résultats que l'on attendait dans le sens de la descendance. « *Jamais encore on n'a pu méthodiquement et sans faute ramener à une origine commune deux types ou deux groupes plus grands.* » (Dacqué, p. 174.) Très rarement seulement on a pu suivre un genre pas à pas et sans artifice dans un genre postérieur, et cependant dans ce cas il ne s'agit point de deux êtres essentiellement différents dans leur organisation, mais de formes voisines dont l'organisation reste dans la même ligne.

En suivant les âges il semble que chaque type a eu un précurseur, que chaque groupe se relie aux voisins, car on peut toujours trouver cela avec quelque bonne volonté. Mais lorsqu'on cherche plus sérieusement, et sans négliger aucun élément d'information, comme on le fait trop souvent, alors ces simples liaisons s'évanouissent et ces arbres phylogénétiques apparents se résolvent en éléments non reconductibles les uns aux autres. Deux auteurs ne font jamais le même arbre, et le plus souvent là où la théorie voudrait une liaison, celle-ci est interrompue, obscure et doit être construite (Dacqué) (1).

Au lieu du développement principalement sinon exclusivement monophylétique tel que le concevait Haeckel, on a le plus souvent affaire à un développement polyphylétique, comme l'a si nettement montré Depéret pour les mammifères, et Dacqué admet que la même forme peut être acquise de diverses manières et en partant de diverses origines. Pour lui des lignes de descendance tout à fait différentes peuvent se rapprocher dans leur forme jusqu'à être tenues pour des genres, familles, ordres, classes uniques (2).

(1) *Loc. cit.*, p. 175.
(2) Dacqué, *loc. cit.*, p. 183 (ce sont des groupes par convergence, voyez p. 199).

Sergi s'est livré de son côté à une vaste enquête sur les résultats acquis par la paléontologie et en a tiré des conclusions analogues aux précédentes. D'après lui l'apparition des formes n'a pas suivi le chemin théorique voulu par les évolutionnistes. Dans le cambrien tous les invertébrés marins ont apparu et tous les types apparus dans la période paléozoïque se conservent encore pour la plupart, « n'ayant changé que par quelque caractère qui les distingue en tant qu'espèces vivantes et n'ont jamais *subi de transformation en d'autres types différents* et nouveaux (1) ».

Les formes intermédiaires entre les différents vertébrés font défaut et chaque type de ces derniers est apparu brusquement avec des espèces nombreuses et variées. « *De formes différenciées quelles qu'elles soient, simples ou complexes, d'autres formes différentes ne peuvent naître par transformation typique* (2) »

Sergi n'admet pas cependant une création subite des types. Il pense (3) que la substance vivante s'est formée dans les mers dont les eaux contiennent tous les éléments physico-chimiques propres à créer la substance colloïdale telle qu'elle se trouve dans les différents protoplasmes vivants. De petites masses, amorphes au début, se sont constituées directement en formes cellulaires et en formes pluricellulaires sans que les secondes aient dû passer par l'état des premières. La formation des types issus de ces formes uni ou pluricellulaires suppose des processus analogues à ceux que l'on connaît en embryologie, suivis de processus larvaires et qui ont exigé un temps extrêmement long, des millions d'années. Mais chaque

(1) Sergi (G.), *Come la paleontologia rivela l'origine...*, Scientia, 1921, t. I, p. 71.

(2) Sergi, *ibid.*, p. 73.

(3) Sergi (G.), *L'origine e l'evoluzione della vita*, Torino, 1920, p. 298-319. — L'auteur revient encore sur cette question dans *Il posto dell' Uomo nella natura*, 1929, p. 3-28.

type est formé indépendamment des autres et n'a pas de progéniteurs, chacun étant une formation directe à partir de la substance colloïdale amorphe.

Aucun ne change donc pour devenir un type nouveau et autre, *mais reste inchangé tant qu'il vit. « Les changements d'un type animal ou végétal se produisent dans les limites de ce type même* qui ne change pas » (1).

L'unité biologique ne se manifeste que dans les fonctions élémentaires et principales de la vie. Les organes de ces fonctions doivent avoir nécessairement des structures communes, mais on ne peut pas fonder sur elles la phylogénie comme ont cru devoir le faire l'embryologie et l'anatomie comparées.

On reprochera sans doute à ces conclusions de ne point s'accorder avec celles des paléontologistes qui admettent la continuité des formes. Mais le désaccord est plus apparent que réel parce que des deux côtés l'on ne parle pas tout à fait le même langage. Lorsque les paléontologistes parlent de séries généalogiques, ils font allusion surtout à des groupes de faible étendue, genres ou familles, dans lesquels il est évidemment possible de trouver des termes plus ou moins liés. Préoccupés de faire œuvre positive, ils portent tous leurs soins sur l'histoire de quelques formes voisines et parviennent souvent à la reconstituer d'une manière satisfaisante. Ils ont eu d'ailleurs la bonne fortune de rencontrer dans certains cas des êtres extrêmement plastiques ayant donné un nombre considérable d'espèces faciles à sérier. Tel est le cas des paludines, illustré par Neumayr, celui des cérithes du tertiaire parisien, si bien étudié par Boussac, enfin celui des ammonitidés dont le nombre est si considérable et les formes diverses si commodes pour caractériser les couches ou les horizons stratigraphiques. Mais si ces séries montrent une suite ininter-

(1) Sergi (G.), *Come si rivela...*, p. 73-74.

rompue de passages entre des espèces différentes, elles ne conduisent point à d'autres types... Leurs variations n'aboutissent jamais à la formation d'ordres nouveaux, à moins qu'on ne donne ce nom, comme il arrive parfois, à de simples types formels dont on élève inconsciemment la valeur systématique en raison de la multitude des formes qu'ils peuvent présenter. Les ammonites, après avoir donné toutes les variations imaginables dans leurs lignes de suture ou dans leur mode d'enroulement reviennent à des formes plus simples avant de disparaître. Les saillies en carènes de la coquille des cérithes peuvent se dédoubler, s'effacer ou s'accentuer, se transformer en lignes de grains, de tubercules ou de pointes, et l'on peut trouver tous les passages entre les diverses formes, mais cette variation ne conduit point à la production d'un type nouveau. Toutes ces espèces font partie de la famille des cérithidés, et si l'on veut dédoubler celle-ci, ses démembrements ne constitueront point des types bien importants, des formes vraiment nouvelles.

Pour les vertébrés il en est de même, on trouve nombre de séries impressionnantes comme celle des équidés, ce cheval de parade du transformisme, comme on l'a dit en mauvaise part, au moment où le premier arbre généalogique de ce groupe, établi d'abord à l'aide d'espèces prises un peu partout, en Europe et en Amérique, a dû faire place à un autre plus vraisemblable parce que formé d'espèces ayant vécu dans la même région. L'histoire des équidés, qui n'est pas d'ailleurs établie *ne varietur* si l'on en juge par les divers tableaux donnés par les paléontologistes, montre qu'il ne faut pas regarder ces lignées génétiques comme entièrement démontrées. Le plus souvent elles ne répondent qu'à de simples vraisemblances; mais invoquées devant un public incompétent qui ne connaît ni leurs incertitudes, ni leur véritable portée, elles produisent un grand effet. La série des

chevaux est bien loin d'attester la puissance infinie des transformations, car elle ne comporte pas de grands changements et le type équidé se reconnaît dès ses premiers représentants par sa forme bien différente de celle des autres périssodactyles. L'*Eohippus* de l'éocène inférieur, bien que sa taille ne dépasse guère celle d'un lapin, se distingue aisément par son allure des animaux plus lourds, d'où l'on fait venir les tapirs et les rhinocéros, et qui forment avec lui ce groupe. Cette évolution est loin d'équivaloir à celle d'un ordre. Une autre généalogie, celle des chameaux, paraît bien établie. Il y a cependant, lorsqu'on y regarde de près, un petit écueil. *Poëbrotherium Wilsoni*, l'un des prétendus ancêtres, a des pieds de ruminant cavicorne, c'est-à-dire avec la phalange terminale comprimée latéralement et combinée avec la phalange précédente pour former le support d'un sabot (1). Comment cette forme si spécialisée a-t-elle pu se transformer en celle du pied du chameau si différent, sans sabot vrai, à phalanges aplaties de haut en bas? Et ce n'est pas là une querelle de détail, car la constitution du pied retentit sur celle de tout le membre, et par conséquent sur une grande partie de l'organisation. Il suffit d'ailleurs de voir marcher un chameau à côté d'une antilope pour comprendre qu'il y a entre eux de sérieuses différences. Comment donc peut-on mettre un animal à sabots bien conformés dans la lignée d'un chameau?

Je sais bien qu'il y a le crâne et les dents; mais les pieds ont aussi leur importance. Et puis, pourquoi juger sur des parties isolées, pourquoi faire fond, comme c'est le cas si souvent dans la composition de ces séries, sur des débris incomplets? Que de fossiles dont on ne possède que les mâchoires accompagnées de quelques autres débris insuffisants. Carazzi (2) a écrit un jour que les

(1) Zittel (C. v.), *Grundzüge der Palaeontologie*, 2e édit. par F. Broili, E. Koken, M. Schlosser, Abtheil II, Vertebrata, *fig.* 676, p. 485.
(2) Carrazi (D.), *Il dogma dell' evoluzione*, Firenze, 1920, p. 10.

paléontologistes seraient sans doute bien étonnés s'ils pouvaient voir en chair et en os les êtres qu'ils ont reconstitués avec tant de satisfaction. Sans doute, et cette réflexion devrait bien retenir souvent les paléontologistes dans la reconstitution des séries phylétiques, faites sans prendre assez d'attention aux impossibilités physiologiques qu'elles auraient rencontrées dans la nature. O. Abel a donné une série de bassins des siréniens tertiaires qui semble indiquer une continuité ininterrompue depuis un bassin de quadrupède à membres postérieurs très réduits, jusqu'à la simple baguette qui représente le bassin du dugong actuel. Cependant l'anatomie des siréniens montre que les deux moitiés droite et gauche du bassin ne s'unissent pas dans une symphyse pubienne. S'il en était de même chez leurs ancêtres éocènes — et la disposition de la colonne vertébrale et des os en chevrons porte à le penser — les ressemblances signalées par le paléontologiste autrichien ne répondent à aucune réalité, sont tout à fait superficielles et n'ont aucune valeur comme preuve de liaison génétique entre siréniens et ongulés. J'en dirai autant pour la ceinture pectorale des monotrèmes, située en avant et en dessous des muscles sterno-hyoïdiens qui ne s'y attachent point, et que l'on veut malgré cela comparer à la ceinture des sauropsidés qui sert à l'insertion de ces muscles. On pourrait citer bien d'autres faits analogues, mais pour ne point fatiguer le lecteur de détails anatomiques je le renverrai à l'ouvrage dans lequel je les ai développés (1).

Les preuves paléontologiques de transformations graduelles et sériées sont très peu abondantes et se limitent à des cas restreints sans signification aucune pour la solution du vrai problème que pose le transformisme, c'est-à-dire la formation des types d'organisation (ordres,

(1) *Membres et ceintures*, p. 350 à 430.

classes, embranchements). Les séries paléontologiques généralement admises ne dépassent pas en étendue et en différenciation la valeur de groupes génériques ou familiaux comme ceux des chevaux, des rhinocéros, etc., ou, si elles comprennent l'ensemble des espèces d'un ordre, comme par exemple la série des siréniens, elles ne se relient jamais à des espèces d'un autre ordre, et leur liaison à l'intérieur de celui auquel elles appartiennent s'explique par le caractère, très spécial, et pauvre en subdivisions ou en espèces de celui-ci.

Le plus souvent les séries sur lesquelles on se base pour affirmer le transformisme s'observent dans des groupes polymorphes dont la souple variation peut faire illusion à qui n'est point parfaitement fixé sur la valeur et sur la signification des catégories systématiques. Lorsqu'il étudiait ses pigeons, Darwin était très fier de penser que l'on pourrait faire parmi eux des coupes génériques. Cela aurait été sans doute une satisfaction profonde pour les collectionneurs, mais en quoi cela aurait-il changé la nature de ces animaux? En seraient-ils devenus plus proches des gallinacés ou des passereaux? Absolument pas, car ils restaient des pigeons par toute leur organisation et leur physiologie, nichant comme les autres et incapables de donner des descendants qu'il aurait fallu classer dans ces groupes.

Il ne faut pas s'en laisser imposer par l'évolution des sociétés humaines, dont l'évidence a accoutumé les esprits à ne plus rien considérer comme impossible en fait de changements. Tout le monde croit comprendre comment l'homme achève le développement des mammifères qui continue celui des reptiles et ainsi de suite jusqu'à la cellule initiale. Les données de la paléontologie montrent que les choses ne sont point aussi simples. Les types ne se succèdent pas directement les uns aux autres après que les plus simples ont achevé leur développement, mais les types supérieurs apparaissent de très

bonne heure, presque en même temps que ceux qu'ils remplaceront à un moment donné.

Le premier mammifère connu, *Dromatherium sylvestre*, apparaît au trias, bien avant que les reptiles aient atteint le magnifique développement qu'ils vont réaliser par la suite, mais les rares mammifères qui lui succèdent vont rester pendant la longue durée de l'époque secondaire comme un bourgeon d'attente, placé à la base d'un rameau qui va lui-même périr, et qu'il remplacera par une frondaison nouvelle. Ils se *substitueront* donc aux reptiles sans les continuer directement.

Sans doute on peut dire que *Dromatherium* vient des théromorphes, reptiles fort compliqués et d'apparence mammalienne, que par conséquent la succession est bien réelle puisque sa lignée demeure, tandis que les théromorphes disparaissent. Mais alors on peut se demander comment les théromorphes ont pu se développer si vite parmi les reptiles, et engendrer si vite aussi une classe aussi différente de la leur que celle des mammifères? Le temps ne joue donc ici aucun rôle? Certes on ne veut pas dire qu'il ne s'est pas écoulé des siècles entre l'apparition du premier théromorphe et celle du *Dromatherium*, mais il s'en est bien écoulé davantage entre la floraison de la classe des reptiles pendant presque tout le secondaire et l'épanouissement des mammifères à l'époque tertiaire seulement. Les détails anatomiques supposés acquis par les reptiles au cours de cette évolution, et qui, dans la thèse transformiste, sont nécessaires pour expliquer les mammifères, ne l'ont donc pas été? Tous les stades organogéniques si soigneusement colligés par les anatomistes à travers toute une classe ne signifient donc rien pour la formation de la classe suivante dont la complication prendra naissance sans le concours de ces stades si séduisants? C'est là une constatation singulièrement troublante, mais que l'on peut faire presque toujours, comme le montre le graphique du développement historique des

types se traduisant toujours par la forme buissonnante des arbres généalogiques.

Ce graphique prouve à l'évidence que, contrairement aux premiers schémas qui exprimaient la pure doctrine transformiste sans tenir compte des données paléontologiques, les formes supérieures n'apparaissent pas postérieurement au développement des inférieures, mais presque simultanément avec elles, et lorsqu'elles les remplacent, elles ne les continuent pas directement, mais se substituent à elles, effectuant à ce moment non leur apparition mais seulement leur déploiement qui va leur permettre de prendre les places et les fonctions remplies jusqu'alors par des formes de la classe précédente. Ce remplacement est bien effectué par substitution, non par continuation, puisque toute l'anatomie nous force à rattacher les nouveaux agents d'une fonction, non pas à ceux qui la remplissaient avant lui, mais au nouveau type, longtemps effacé, qui a vécu humblement et modestement à côté d'eux. Les chauves-souris ne continuent pas généalogiquement les ptérosauriens, bien qu'elles les remplacent effectivement dans les airs. De même les cétacés ne continuent pas les ichthyosaures, les pachydermes et les ruminants les grands dinosauriens herbivores, etc.

En un mot, à une ère géologique nouvelle toute une équipe relaye celle qui disparaît, mais cette équipe n'est pas fille de la précédente, elle vient de bien plus loin et d'une autre source. Ce phénomène si curieux s'observe invariablement dans toutes les phases du développement historique des vertébrés. Chaque classe occupe à un moment donné une place prépondérante et compte dès son apparition des représentants très compliqués, plus compliqués même que les plus récents. Les poissons montrent dès le dévonien des formes extrêmement puissantes, les arthrodères, qui étaient les maîtres de la mer avant les reptiles secondaires et les cétacés de l'ère sui-

vante, puis ont vécu les grands chondrostéens et les grands dipneustes. A côté d'eux vivaient des élasmobranches à l'organisation si riche, des crossoptérygiens, des dipneustes, toutes formes supérieures aux téléostéens qui dominent maintenant en nombre, avec une organisation bien moins élevée, et paraissent plutôt comme un type dérivé et collatéral, que comme l'achèvement parfait de l'anatomie ichthyenne.

Les amphibiens font de même; les puissants labyrinthodontes sont parmi leurs formes les plus compliquées, mais on ne peut dire comme on le fait souvent, les plus évoluées, puisqu'elles sont si précoces et qu'elles disparaissent si vite. De même encore font les reptiles qui ne comptent aujourd'hui, en dehors des crocodiles, type différencié et puissant mais qui disparaît, que des tortues, des sauriens et des serpents, types également collatéraux et d'une valeur organique bien inférieure à celle de tant de groupes fossiles. Enfin parmi les mammifères la marche est aussi la même, et jusque vers la fin de l'époque tertiaire les types massifs et puissants ont précédé les plus délicats et les plus petits. Nous disons les types d'organisation, parce que si l'on examine le développement des types formels ou spécifiques, ce n'est pas absolument la même chose, et l'on connaît la loi d'augmentation de volume de Cope, si nettement exprimée dans le cas des chevaux et de bien d'autres groupes. Enfin apparaît l'homme, nouvelle forme dominante, comme l'ont été les amphibiens, les reptiles, les mammifères, et qui va désormais vivre entourée des débris presque insignifiants des classes qui l'ont précédée. De même que les amphibiens et les reptiles actuels ne sont que des représentants réduits de leurs classes, de même les mammifères actuels appartiennent soit à des ordres de petite taille, rongeurs, insectivores, chiroptères, soit à des débris d'ordres qui ont survécu jusqu'ici, mais qui auront bientôt totalement disparu, l'homme ne gardant à peu

près que les mammifères domestiques qu'il multiplie infiniment au delà de ce qu'ils auraient jamais pu faire eux-mêmes.

Ce rapide aperçu montre combien le développement historique est loin de ce déroulement continu dont chaque phase en exigeait une autre antérieure et plus simple, ssue elle-même de phases précédentes plus ou moins nombreuses et sériées. En un mot le développement s'opère beaucoup plus par substitution que par continuation, comme l'a montré Kleinenberg (1) pour ce qui concerne l'organogenèse seule et sans appliquer cette idée à la paléontologie. Mais, qu'il s'agisse de l'une ou de l'autre de ces deux sciences, le résultat est le même. Les changements constatés sont loin d'être exprimés exactement par l'évolution continue, graduelle, et essentiellement dominée par le temps, qu'exigerait le transformisme. Ils se rapportent à d'autres causes que les facteurs invoqués par ce dernier.

D'autre part il faut distinguer soigneusement l'évolution des types d'organisation de celle des types formels ou spécifiques.

La première s'effectue relativement de bonne heure puisque la plupart des embranchements des invertébrés existaient dès les premières couches fossilifères, représentés par des classes différentes et bien distinctes, et qu'avant la fin des temps primaires les vertébrés étaient déjà divisés en poissons et en quadrupèdes. Si ces types dérivent vraiment d'une cellule originelle, les changements qui ont été nécessaires pour conduire de celle-ci jusqu'à eux constituent véritablement une évolution considérable et infiniment plus rapide que celles qui se sont produites par la suite. En effet la formation des classes est relativement précoce, puisque celle de la plus haute

(1) Kleinenberg (N.), *De l'origine du système nerveux central des annélides*. Archives ital. de biologie, t. I, 1882.

est déjà achevée au trias, *Dromatherium* étant un vrai mammifère, comme permettent de l'affirmer la constitution de sa mandibule et la structure de ses dents. La production des ordres parmi les mammifères est achevée avec l'éocène, et à partir de l'oligocène il ne se différencie plus que des familles (Osborn), tandis que la formation de types spécifiques dans cette classe s'est poursuivie sans interruption depuis *Dromatherium* jusqu'à l'homme inclus. La classe des céphalopodes fournit un exemple encore plus frappant. Constituée dès l'ère paléozoïque, elle a fourni des subdivisions diverses jusqu'à l'époque actuelle et a donné pendant tout ce temps-là naissance à une infinité d'espèces.

Mais les différenciations spécifiques, quelque nombreuses et variées qu'elles soient, n'atteignent jamais la valeur de celles des types d'organisation, des limites desquels elles ne sortent pas. On parle souvent de l'évolution d'une classe, pour exprimer celle de ses représentants, mais cette dernière n'est absolument rien à côté de celle qui a formé la classe. C'est une simple diversification des formes qui la composent, mais sans changements progressifs importants. On a vu plus haut que les premières subdivisions des classes (sous-classes ou ordres) sont souvent constituées par les groupes les plus compliqués et les plus puissants de la classe envisagée. Comment dès lors parler d'évolution, de déroulement progressif pour les représentants de cette classe? En un mot les classes d'un même embranchement peuvent bien être rangées en séries progressives, mais dans leur intérieur une semblable progression n'existe pas; il n'y a plus qu'une diversification multiple, comportant çà et là quelque progrès pour certains appareils déterminés, qui permettent de classer leurs possesseurs au-dessus de leurs voisins, mais seulement à ce point de vue limité et par conséquent insuffisant pour en faire une catégorie systématique supérieure. Parmi les mammifères, par

exemple, classe si riche en types variés, il n'y a pas à proprement parler d'évolution en dehors de la formation de l'homme, cas unique. Tous les autres cas d'évolution sont partiels, diversement distribués dans les divers appareils, et à cause de cela ne peuvent pas servir à établir une progression régulière et continue. L'évolution de l'intelligence, par exemple, s'accomplit dans des espèces absolument discontinues, comme le montre leur répartition dans les ordres les plus divers. L'intelligence est en effet développée chez le castor de l'ordre des rongeurs, habituellement stupides, chez l'éléphant parmi les ongulés, mal partagés aussi sous ce rapport, chez les carnivores où elle est plus fréquente, mais encore inégalement répartie, chez les primates où le cas de l'homme est si spécial. Comment faire avec tout cela une série continue et qui concorde avec celle qu'imposerait le reste de la structure?

L'antinomie apparaît donc très nette, au point de vue de l'évolution, entre types d'organisation et types formels. Généralement on n'y prend pas garde et l'on confond sous le même mot d'évolution ces deux ordres de changements, si différents cependant par leur portée et par leur valeur.

C'est une des raisons qui ont entretenu pendant si longtemps et qui entretiennent encore l'équivoque qui domine la question du transformisme. Pour la trancher il faut se rappeler la différence absolue qui existe entre la diversification ou multiplication des espèces, et l'évolution ou formation des types d'organisation. La première est sans doute en partie tributaire des facteurs de transformation indiqués par Lamarck et par Darwin. La seconde est absolument inexplicable par ces seuls facteurs, comme on le reconnaît généralement. On trouvera plus loin les aveux de D. Rosa et de Caullery (1),

(1) Voyez : p. 264.

à propos de cette dernière. Pour ce qui regarde la première nous avons rapporté longuement dans ce chapitre les critiques de Dacqué, après avoir signalé au début de ce livre celles de Zittel (1). Ch. Depéret, de son côté, admet qu'il est des séries de formes dont les différents termes sont reliés les uns aux autres par des transitions presque insensibles, mais que « les espèces et les genres ainsi formés par l'évolution directe et normale d'un rameau *restent toujours étroitement apparentés* entre eux et *ne présentent point d'écarts assez considérables pour être rangés dans des familles distinctes* » (2). En un mot le mécanisme lent et graduel « permet d'expliquer le développement régulier des espèces et des genres d'un même rameau naturel; en revanche, il ne *paraît pas à même de provoquer* les divergences nécessaires pour amener la bifurcation des divers rameaux d'une même famille, et celles plus importantes encore qui doivent conduire à *la différenciation des ordres, des classes et des divisions supérieures* du règne animal » (3). Et après avoir examiné les mutations de de Vries, Depéret conclut par cette phrase significative : « Mais il faut savoir faire l'aveu que nous sommes à l'heure actuelle tout à fait impuissants à observer et même à expliquer, autrement *que par de simples vues théoriques, les divergences fondamentales qui séparent les ordres, les classes et les grands embranchements du règne animal* » (4). Une communication orale qu'a bien voulu me faire le célèbre paléontologiste en novembre 1927, m'a confirmé que son opinion était restée la même pour ce qui concerne les divisions supérieures de la systématique (embranchements, classes, ordres). Il demeure

(1) Voyez : p. 31.

(2) DEPÉRET (Ch.). *Les transformations du monde animal*. Paris, Flammarion, 1907, p. 276.

(3) DEPÉRET, p. 277.

(4) DEPÉRET, p. 286-287. Aucun des passages mis ici en italiques n'est souligné par l'auteur.

cependant transformiste parce qu'il espère beaucoup du temps pour étendre nos connaissances à ce sujet. En attendant, la différence qui existe entre ses affirmations sur des séries particulières et son opinion sur l'ensemble, fait bien ressortir l'équivoque ci-dessus signalée, et prouve combien il est indispensable de la mettre pleinement en lumière.

Biogéographie.

La biogéographie ou science de la distribution des animaux et des plantes à la surface du globe est toute nouvelle. Les anciens connaissaient déjà des plantes et des animaux différents de ceux qui peuplaient leur pays, mais ils n'attachaient pas d'importance à leur origine géographique, ni aux ensembles (faunes et flores) qu'ils pouvaient former. Le souci de la couleur locale est, en toutes choses, une préoccupation relativement récente.

Les grandes découvertes géographiques qui se succédèrent à partir de la fin du quinzième siècle apportèrent à l'histoire naturelle un grand nombre de faits qui devaient nécessairement attirer l'attention. Buffon, l'un des premiers (1749), comprit leur importance, et fit ressortir en particulier le caractère spécial de la géographie zoologique de l'Amérique. Il fut bientôt suivi dans cette voie par Zimmermann, et la biogéographie — dont le nom remonte seulement à quelques années — prit peu à peu, et surtout après Darwin, un développement considérable.

Attaché comme naturaliste à l'expédition scientifique effectuée dans l'Amérique du Sud par le navire *The Beagle* pendant les années 1831-1836, Darwin fit au cours de ce voyage des observations qui exercèrent une profonde influence sur ses idées.

Au point de vue géographique, il remarqua d'abord que ni les différences climatériques, ni les autres conditions physiques n'expliquent suffisamment les ressem-

blances ou les différences des habitants des diverses régions. Des États-Unis à la Patagonie, l'Amérique présente les conditions les plus variées. Il n'y a pour ainsi dire pas dans l'Ancien Monde un climat ou une disposition géographique qui ne se rencontrent dans le Nouveau, et pourtant quelles différences n'y a-t-il pas entre leurs productions! Cette première observation explique pourquoi Darwin n'a jamais attaché autant d'importance que l'a fait Lamarck à l'action des milieux. Il considérait cette action comme beaucoup moins directe et immédiate que ne le pensait Lamarck, d'où la différence de leurs théories qui, négligée tout d'abord par les premiers partisans du transformisme, s'est affirmée de plus en plus par la suite.

A côté de ces faits, en quelque sorte négatifs, il en remarqua d'autres, positifs, qui éclairèrent vivement son esprit, l'aiguillant dès ce moment dans la direction qui devait aboutir, vingt ans plus tard, à la publication de son livre célèbre. Fouillant les couches géologiques superficielles des plaines sud-américaines, il y trouvait des mammifères fossiles singuliers, bien que de même nature que les tatous habitant encore cette contrée. C'étaient des animaux de grande taille, à carapace formée, comme celle des tatous, par des os dermiques rangés en plaques juxtaposées. Comme les tatous n'existent pas ailleurs qu'en Amérique, Darwin voyait dans la présence de prédécesseurs cuirassés comme eux, l'indication de liens génétiques entre ces deux formes.

Un peu plus tard il observa que les espèces des îles Galapagos, bien que particulières à ces îles, avaient cependant d'étroites affinités avec celles du continent américain distant de huit à neuf cents kilomètres, mais d'où l'on pouvait admettre que certains individus avaient été transportés de diverses manières jusqu'à ces îles. Les plantes avaient de même un caractère sud-américain évident. Aussi, bien que les espèces des diverses îles

fussent différentes, comme elles étaient toujours voisines les unes des autres d'une part, des espèces sud-américaines d'autre part, il n'hésita pas à admettre qu'elles provenaient d'ancêtres américains dont les descendants s'étaient ensuite transformés. Les affinités rencontrées entre la faune et la flore de ces îles et celles du continent voisin, ne lui parurent pouvoir s'expliquer que par la descendance. Une création spéciale de chacune de ces espèces lui semblait d'autant plus difficile que les conditions de climat et la constitution géologique des deux régions étaient plus différentes, les îles Galapagos étant d'origine volcanique contrairement au sol américain. Si donc il y avait eu création indépendante des espèces dans les deux régions, ces espèces auraient dû être plus différentes et ne point se ressembler d'une manière aussi étroite.

Dès ce moment l'idée que les espèces vivantes descendaient les unes des autres ne l'abandonna plus. Rentré en Angleterre il commença à réunir les matériaux de sa grande synthèse, réservant parmi eux une place très importante aux données géographiques.

Toutes les observations biogéographiques paraissaient concorder en faveur de l'hypothèse de centres de création. Les types, comme les espèces, sont en effet généralement distribués d'une manière régulière autour d'un point central que l'on peut considérer comme leur lieu d'origine. Ils manquent totalement en dehors des limites de cette aire, sauf dans certains cas où l'on peut suivre leurs migrations. La dispersion des formes se fait, en quelque sorte, à la manière d'une tache d'huile dont l'extension ne peut être arrêtée que par des barrières naturelles comme les hautes montagnes ou les mers. Bien entendu les mots centres de création désignent simplement pour Darwin les points où de nouvelles formes ont apparu pour la première fois, venues d'espèces différentes. Ils n'impliquent aucune adhésion au créationnisme.

Pour Darwin les résultats des études biogéographiques peuvent se résumer dans les trois propositions suivantes : la distribution des espèces ne paraît pas causée par les conditions physiques; elle est favorisée ou contrariée par la disposition géographique; il existe toujours une affinité indiscutable entre les productions d'un même continent ou d'une même mer. Ces trois faits essentiels dénotent l'existence de quelque lien organique intime et profond qui prévaut dans le temps et dans l'espace, indépendamment des conditions physiques, et qui ne peut être que l'hérédité.

Les études biogéographiques ont été poussées fort loin depuis Darwin, et ont donné lieu à des publications extrêmement importantes. Elles paraissent toujours en faveur du transformisme, mais il n'est pas difficile de discerner l'équivoque qui se présente à ce propos. La biogéographie, en effet, est bien loin de démontrer le transformisme intégral, de prouver que tous les êtres vivants sont ou ont été reliés les uns aux autres par une descendance continue, et que cette évolution est le résultat de la seule action de forces naturelles. Elle s'occupe seulement d'un monde vivant, en quelque sorte achevé, dont tous les types d'organisation sont déjà donnés depuis longtemps. Les espèces du même type dans les différentes faunes régionales peuvent bien dériver les unes des autres, mais en quoi cela nous renseigne-t-il sur l'origine des types d'organisation auxquels elles appartiennent? Les tortues des îles Galapagos peuvent bien venir de tortues américaines, mais d'où venaient ces dernières, ou mieux, d'où vient la première tortue? On a vu dans les pages précédentes que la question n'est pas du tout tranchée et qu'elle ne peut l'être avec le seul secours des facteurs du transformisme reconnus jusqu'ici. Prétendre prouver l'étendue sans limite des transformations, en s'appuyant sur des changements aussi insignifiants que ceux observés entre

espèces affines, c'est soutenir le paradoxe « qui peut le moins peut le plus ». Les différences entre les types d'organisation ne sont pas seulement de moins à plus, ce sont des arrangements nouveaux, des combinaisons différentes, et l'impossibilité d'obtenir à petits coups la réalisation des corrélations nécessaires entre toutes les parties, montre, comme les aveux de Depéret au sujet de l'origine des embranchements, des classes et des ordres, que la formation de ces catégories supérieures de la systématique échappe tout à fait aux causes admissibles pour la diversification des types formels ou spécifiques.

D'ailleurs Darwin lui-même n'a jamais prétendu démontrer le transformisme intégral. Il a pu espérer que l'on arriverait un jour à cette démonstration, comme cela ressort surtout de sa correspondance; mais jusque dans la dernière édition de son livre, il demandait encore quatre ou cinq formes primitives d'animaux dont il n'expliquait pas l'origine. Les connaissances anatomiques accumulées depuis cette époque porteraient sans doute à augmenter plutôt qu'à diminuer le nombre de ces formes postulées comme le matériel préalable indispensable à l'intervention des facteurs du transformisme.

Du reste tous les faits géographiques ne concluent pas aussi nettement qu'on le dit parfois en faveur du transformisme. Il en est qui peuvent recevoir une interprétation exactement contraire. On a beaucoup insisté sur le cas des marsupiaux australiens, regardant leur présence exclusive dans ce continent comme une preuve de leur descendance commune. On pourrait y voir aussi bien une preuve irréfutable de la puissance limitée du transformisme, puisque ces animaux, isolés dans le vaste continent austral dès le crétacé, ayant par conséquent devant eux une durée au moins aussi longue que celle qui a permis ailleurs la différenciation des mammifères placentaires, n'ont pas pu produire des ordres distincts, comme l'ont fait ces derniers. Adaptés à différents genres

de vie, divisés par leur régime en herbivores, carnivores, insectivores, rongeurs, etc., ils ont toujours gardé les caractères essentiels de leur groupe et n'ont pu former ni des ruminants, ni des périssodactyles, ni des espèces volantes ou aquatiques, pas plus que des primates. N'est-ce pas la démonstration éclatante de la limitation très étroite des transformations, de leur impuissance à faire paraître des types d'organisation nouveaux?

Enfin il ne faut pas croire que certaines données biogéographiques, invoquées à l'appui du transformisme, soient absolument à l'abri de toute discussion. Dans sa théorie de l'hologenèse, D. Rosa a longuement développé ses critiques contre la théorie des centres de création, et montré que beaucoup de faits étaient en contradiction avec elle. Au lieu d'apparaître sur des points limités, un grand nombre d'espèces ont eu, dans un passé relativement peu reculé, une aire beaucoup plus étendue que maintenant. Dans les époques géologiques précédant la nôtre ont vécu en Europe (1) : gibbons, cercopithèques, lémuriens, lions, léopards, hyènes, procyons, hippopotames, rhinocéros, tapirs, girafes, diverses antilopes, *Hyrax*, éléphants, siréniens, édentés, marsupiaux. Il y a eu dans notre continent des perroquets, et, parmi les reptiles, des iguanes, des varans, des crocodiles, des alligators; parmi les amphibiens, une grande salamandre (*Andrias scheuchzeri*) analogue à celle qui vit au Japon, comme, parmi les poissons, le dipneuste *Ceratodus*, cantonné aujourd'hui en Australie. Cette vaste distribution des espèces s'accorde beaucoup mieux avec la théorie de l'hologenèse (2) qu'avec le transformisme classique. De

(1) Rosa (D.), *Ologenesi*, p. 257.

(2) La théorie de l'hologenèse, qui prétend expliquer la formation des êtres vivants par le développement d'un plasma spécifique propre, comme a tenté de le faire Naegeli, est résumée par son auteur dans les trois propositions suivantes :

1° L'évolution de l'idioplasma spécifique qui se manifeste dans

plus on a certainement abusé de l'idée de migration pour expliquer la distribution de certaines espèces, et on a joué des dislocations géologiques ou de l'existence de continents supposés au point de pouvoir faire dire que certains biogéographes n'hésiteraient pas à inventer un continent pour expliquer un genre de coléoptères.

l'évolution phylogénétique des organismes, a, comme phénomène vital, des facteurs internes et externes, mais n'est pas déterminée par la variation de ces derniers car elle continue même s'ils restent inchangés ;

2° La direction même dans laquelle se produit cette évolution est indépendante de la variété de ces facteurs externes;

3° Malgré cela l'évolution phylogénétique n'est pas indéfiniment rectiligne, mais est (dichotomiquement) ramifiée par des divisions différentielles qui arrivent dans l'idioplasme spécifique par l'effet de la constitution qu'il a atteint dans le cours de son évolution (p. 19-20),

CHAPITRE VIII

REMARQUES SUR LES FACTEURS DU TRANSFORMISME

Les facteurs du transformisme invoqués par Lamarck et par Darwin ont-ils le pouvoir qu'on leur a attribué, peuvent-ils expliquer les transformations que demanderait la phylogenèse? Nous allons essayer de l'examiner.

Facteurs lamarckiens.

Lamarck admet que les êtres les plus inférieurs ont été formés et se forment encore spontanément. Des « fluides subtils » mis en mouvement par la chaleur et la lumière ont pénétré de petites particules de matière mucilagineuse inerte, les ont animées et ont ainsi constitué les premières espèces. Lorsque des individus d'une espèce changent de situation, de climat, de manière d'être ou *d'habitudes*, ils en reçoivent des influences qui modifient peu à peu leur forme, leurs facultés, leur organisation même, parce que les changements survenus en eux se transmettent à leur postérité. Ainsi donc les causes des transformations résident à la fois dans l'action des milieux, dans les besoins de l'être qui cherche à étendre son activité, à multiplier ou à améliorer ses fonctions, enfin dans la transmission des caractères acquis. Lamarck insistait surtout sur ce que le besoin crée l'organe, contrairement à l'idée de Cuvier, pour qui ce sont les organes de l'animal qui ont donné lieu à ses habitudes.

Les exemples qu'il donnait en faveur de ses idées n'étaient pas très heureux; il est à peine besoin de rappeler son explication de la formation des cornes des ruminants par l'afflux du sang à leur tête, provoqué par la colère qui les incite à se battre entre eux, et de celle des plumes par la pénétration de l'air venu des sacs aériens.

L'action des milieux a été beaucoup étudiée depuis Lamarck et les exemples de ce qu'elle peut produire abondent. On sait que le climat, les milieux différents, comme le bord de la mer ou la montagne, ont une grande action sur les végétaux, si bien que des espèces du même genre, prises dans ces stations extrêmes, semblent tout à fait étrangères l'une à l'autre. D'une manière générale le voisinage de la mer ou la sécheresse rendent les feuilles épaisses et la dernière produit des plantes grasses. La montagne détermine le nanisme des sujets, la pilosité de leurs feuilles, l'éclat de leurs fleurs, etc. La forme des feuilles submergées n'est pas la même que celle des feuilles aériennes dans la même plante. Pour les animaux on connaît les effets de la température et de la lumière sur la couleur ou sur la fourrure, celle de la salure plus ou moins forte des eaux sur certains appendices *(Artemia)*.

Les effets de l'habitude paraissent encore plus marqués si l'on s'adresse à des parties jouant un rôle actif. Des callosités naissent là où la peau est en contact avec le sol et soumise à des frottements ou à des pressions (chameaux, autruches). La liste de ces productions ou de ces modifications est si longue et si détaillée dans une foule d'ouvrages que le lecteur en est pour ainsi dire écrasé et demande grâce, prêt à admettre toutes les conclusions que l'on voudra bien formuler. Mais si l'on réfléchit on s'aperçoit que la plupart de ces exemples portent sur des détails qui ne changent point l'organisation et ne peuvent entraîner que de légères différences de forme ou de fonction, sans modifier en quoi que ce soit la structure

interne. Ce sont des caractères superficiels, spécifiques, mais pas de véritables caractères anatomiques. Ceux-ci échappaient du reste à peu près complètement à Lamarck (voyez p. 13.)

L'importance que Lamarck attribuait à l'usage ou au non-usage des parties est certainement très réelle, mais elle est bien loin d'atteindre à ce qu'il prétendait. L'affirmation que la fonction fait l'organe, acceptée si légèrement par tant de personnes, est insoutenable. On ne peut concevoir une fonction sans un organe pour l'accomplir, par conséquent la fonction ne peut créer l'organe, elle peut dans quelques cas particuliers produire un certain perfectionnement, une certaine adaptation. Mais celle-ci est très limitée. Dans une fracture non consolidée les fragments d'os, mobiles les uns sur les autres, se recouvrent de cartilage et font une pseudo-articulation. De même la tête du fémur, déplacée dans certaines luxations pathologiques de la hanche, vient s'appliquer contre un point de l'os iliaque où se forme une articulation nouvelle imparfaite. Mais dans tous ces cas l'organe ne se crée point de toutes pièces, il naît sur des parties déjà existantes, par formation de tissus qui se rencontrent normalement au cours de la genèse de celles-ci. Le cartilage qui forme l'os peut toujours réapparaître à la suite d'une excitation spéciale de la pièce squelettique et surtout de ses parties molles. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce qu'il le fasse ici. En outre il n'y a point là création d'un nouvel organe ajouté à l'espèce et transmissible aux descendants du porteur, il s'agit simplement de réparer un accident ou de restaurer tant bien que mal une fonction.

D'ailleurs il faut bien se garder de donner aux faits invoqués en faveur du rôle morphogène de la fonction une portée qu'ils n'ont pas. On a cru longtemps que l'accroissement des muscles du bras des boulangers et de ceux de la jambe des coureurs, autorisait les plus grandes espé-

rances pour la transformation et le perfectionnement de ces appareils par des sports appropriés. On tend aujourd'hui à regarder les rapports entre le développement de certaines parties et le genre de vie comme acquis préalablement à ce dernier. Chez l'homme, par exemple, les particularités anatomiques de certains types sportifs seraient plutôt la cause de la tendance à pratiquer les sports que le résultat de leur exercice prolongé (Thooris) (1). Enfin il est des organes sur la structure desquels l'usage paraît avoir peu d'influence; la rétine de certains cataractés nés, qui est restée longtemps sans fonctions, parce qu'ils ont été opérés assez tard, leur permet cependant de voir nettement dès que la lumière peut arriver jusqu'à elle. L'interprétation des images n'est pas, comme la vision même, instantanée, et demande un véritable apprentissage, mais elle ne dépend pas de la rétine et seulement du fonctionnement cérébral. D'un autre côté le fonctionnement soutenu et tendu de l'œil est assez peu favorable au perfectionnement de ce dernier; la lecture et le travail visuel de près, sur des objets de petite taille, compromettent beaucoup plus la vision qu'ils ne la favorisent (myopie des écoliers, des archivistes, cécité des anciens naturalistes se servant beaucoup de loupes, etc., etc.).

D'ailleurs les preuves des transformations qu'invoquait Lamarck étaient bien peu convaincantes. Il prétendait qu'un gastéropode éprouvant le besoin de palper les corps qui sont devant lui, envoie à sa tête du fluide nerveux et des sucs nourriciers, d'où il « doit s'ensuivre » insensiblement la formation de deux ou quatre tentacules. Mais ces raisonnements ne convainquaient personne et les contradicteurs ne manquaient pas, même dans les savants sympathiques à ses idées. On a vu plus haut

(1) Thooris (Al.), *Classement morphologique de cinquante athlètes.* C. R. Acad. des Sc., mars 1921.

l'objection que lui faisait Ét. Geoffroy (p. 10). D'autres lui opposaient que jambes des cigognes et cou des hérons ne s'étaient point allongés depuis Aristote, et à sa réponse que c'était parce que ces oiseaux s'étaient toujours tenus dans les mêmes circonstances, répliquaient, avec juste raison, qu'il était alors nécessaire que *la nature leur ait originellement prescrit de se tenir toujours dans ces circonstances*. Et depuis des critiques analogues n'ont pas manqué. Lorsqu'il expliquait l'identité parfaite des espèces de l'ancienne Égypte et des actuelles par la permanence du climat, Lamarck oubliait, comme l'a fait remarquer Lataste (1), cette loi héréditaire que les différents petits d'une portée ne sont jamais tous semblables entre eux ni à leurs parents, et qu'ils fournissent ainsi des amorces à la production de nouvelles espèces, amorces qui auraient dû produire au moins quelques formes nouvelles, si le rôle attribué à la variation dans la création des espèces était vrai.

Les prétendues preuves apportées par Lamarck étaient donc bien précaires. Il avait l'intuition que l'activité des individus peut être la source de modifications dans leur structure, mais les exemples choisis par lui étaient insuffisants, car aucun d'eux ne se rapporte au fond de l'organisation. Qu'un gastéropode ait des tentacules plus nombreux, plus parfaits, cela ne change point sa place dans la nature et n'en fait pas un autre type. L'organisation mollusque ne diffère point de celle des autres embranchements par la possession d'un organe de plus, ou par la perfection de plusieurs appareils. Elle diffère par son histologie, par l'arrangement des grands appareils, par les types ordinaux qu'elle comporte.

Les transformistes eux-mêmes sont obligés de reconnaître l'insuffisance des exemples de Lamarck. Celui-ci faisait venir les mammifères de reptiles aquatiques,

(1) Lataste (F.), *Actes de la Soc. sc. du Chili*, t. III, 1893, p. 110.

voisins des crocodiles, qui auraient donné des mammifères amphibies, dont les uns seraient devenus les phoques d'où seraient sortis peu à peu des espèces terrestres (carnassiers, rongeurs). D'autres, les lamantins, s'habituèrent à brouter et furent la souche des ruminants et des pachydermes. Enfin ceux qui restèrent exclusivement aquatiques donnèrent les cétacés. Comme le remarque Edmond Perrier (1), il a très probablement renversé l'ordre en tirant les mammifères ordinaires de mammifères amphibies, c'est le contraire que l'on ferait aujourd'hui. Mais alors que signifient ces exemples que l'on peut prendre aussi bien dans un sens que dans l'autre, sinon que ces prétendus rapports génétiques ne font qu'exprimer, suivant les tendances de l'époque, des affinités s'expliquant aussi bien par l'existence d'un plan commun que par une descendance.

Devant le vague et l'imprécision de pareilles hypothèses on comprend très bien que les contemporains de Lamarck ne l'aient pas suivi, et son insuccès fut complet, non seulement en France, où l'influence de Cuvier aurait pu contrarier le développement de sa doctrine, mais à l'étranger et notamment en Allemagne où von Baer insista, dans son grand ouvrage, sur l'invraisemblance de ses théories (2).

Facteurs darwiniens.

Examinons maintenant les facteurs introduits par Darwin, et d'abord la lutte pour l'existence. Cette formule, qui a eu une fortune inouïe, exprime-t-elle quelque chose d'absolument évident, d'indiscutable et d'efficace? Darwin lui-même n'a pas méconnu qu'elle renferme une

(1) Perrier (Ed.), *La philosophie zoologique avant Darwin*. Paris, 1884, p. 87.

(2) Von Baer (C. E.), *Ueber Entwickel. d. Thiere*... t. I, 1918, p. 199-200.

grande part de métaphore, et il emploie souvent le mot de concurrence vitale qui est certainement meilleur. Le mot lutte implique, en effet, une sorte d'activité dirigée qui ne peut s'observer dans la plus grande partie des êtres vivants. Il est tout à fait justifié chez l'homme aussi bien entre les individus qu'entre les nations, mais cette lutte est plutôt pour le mieux-être, pour l'impérialisme national ou individuel, si l'on peut ainsi parler, que pour la vie proprement dite. Les animaux supérieurs, les vertébrés en général et plus spécialement les mammifères, luttent-ils pour l'existence? Gaudry, autrefois, soutenait que les rapports numériques entre les individus étaient assez exactement réglés par la puissance relative de la reproduction, pour qu'il n'y eût pas lutte. De Quatrefages lui répondait avec raison que lorsqu'un carnivore bondissait sur un ruminant pour s'en emparer et s'en nourrir, il y avait bien lutte, comme lorsque des herbivores se précipitaient à qui arriverait le plus vite au pâturage. Il faut remarquer cependant que la vraie lutte, comprenant la recherche active de la proie, le moyen de s'en emparer, les ruses nécessaires dans certains cas, est étroitement limitée entre des êtres d'organisation élevée, doués d'une certaine intelligence. Elle perd déjà beaucoup de son caractère chez les vertébrés inférieurs, et il paraît difficile de parler de la lutte d'une grenouille, de celle d'une carpe, etc., etc.

Qu'il y ait concurrence des êtres de même espèce, c'est une autre affaire. Il est clair que dans les troupeaux de ruminants qui dévastent parfois d'immenses territoires de l'Afrique, la concurrence est considérable, et que les individus arrivant les derniers, ceux qui n'ont pu se mettre assez en tête de la colonne, ont beaucoup de chances de mourir de faim; mais le succès des premiers dépend uniquement de leur vigueur et de leur hâte à courir à la nourriture, la lutte se borne à dépasser les concurrents, on voit mal l'avantage que pourrait lui apporter quelque

particularité locale de structure du genre de celles invoquées d'habitude. Cette lutte se rapproche singulièrement par là de celle que peut soutenir un végétal qui, s'il est vigoureux et résistant, s'il supporte mieux le froid ou la sécheresse, a plus de chances de survivre et de se propager que les moins bien doués. Ces exemples conduisent aux cas où l'expression de lutte est tout à fait métaphorique, où elle s'applique à des êtres n'intervenant en elle que passivement, par leur vigueur qui est le plus souvent indépendante de différences structurales, ou par le moyen détourné de leur reproduction. Une plante qui donnera un grand nombre de graines pourra l'emporter sur celle qui en est moins bien pourvue, mais le mot lutte ne peut vraiment s'appliquer à cette concurrence puisqu'on ne peut pas dire que la formation du surplus des graines de l'une soit provoquée par les attaques dont elle aurait été l'objet.

Enfin il y a un nombre immense d'êtres vivants pour qui la concurrence ne peut être accompagnée d'aucun effet sur l'organisation, sur les appareils de capture des proies ou de défense contre les ennemis, parce que ces appareils sont d'une simplicité trop grande pour se prêter à des changements plus ou moins avantageux. Dans le plancton des mers, formé par des milliards d'individus appartenant à d'innombrables espèces, depuis des algues unicellulaires jusqu'à des poissons de tailles variées, en passant par les représentants de presque tous les groupes, le plus grand nombre des êtres présents est aussi incapable de courir sus à sa proie, que celle-ci de se défendre. Ces êtres sont emportés dans un même courant contre lequel la plupart d'entre eux ne peuvent lutter, et leurs moyens de locomotion sont si faibles qu'ils engloutissent simplement les proies passant à leur portée, sans avoir à combattre pour s'en emparer. Il en est ainsi même pour des individus de grande taille, méduses, siphonophores, qui saisissent ce qui se trouve près d'eux

sans pouvoir le poursuivre. On a fait justice de bien des adaptations prétendues favorables comme la transparence et d'autres dispositions, et le tableau saisissant d'une lutte acharnée, décrite par Jennings entre deux amibes dont l'un veut engloutir l'autre, est un cas très particulier dépendant du mode d'ingestion de la nourriture chez ces animaux. Pour la majorité des autres, rien de semblable ne peut exister et un être microscopique fortement saisi par un protozoaire n'a guère de moyens efficaces de lui échapper, pas plus qu'un être de petite taille ne peut résister au courant ciliaire qui l'entraîne dans la bouche d'une larve d'échinoderme, d'annélide ou de mollusque.

En réalité on se trouve en présence d'une grande majorité d'êtres aveugles qui se nourrissent comme ils peuvent, sans lutte et sans combat utile. Par conséquent il ne faut pas chercher de causes de perfection ou d'adaptation dans une condition qui n'existe pas.

N'a-t-on pas aussi abusé d'une image lorsqu'on a parlé de carnage universel pour expliquer la différence existant à la fin de la saison entre le nombre des individus restants et celui des germes émis. Il est absolument injustifié de dire que tous les manquants ont succombé dans la lutte pour l'existence. Beaucoup d'œufs n'ont pas été fécondés ou n'ont pu se développer faute des conditions nécessaires; beaucoup de jeunes à peine éclos ont été dévorés sans résistance possible de leur part, donc sans utte; beaucoup aussi ont été protégés par les conditions de vie qu'ils recherchent spontanément. Dans la concurrence universelle les individus se trouvent à peu près, comme on l'a dit, dans la situation des voyageurs soumis à un accident de chemin de fer, leurs qualités individuelles importent peu pour le résultat final qui dépend avant tout de la place qu'ils occupent. D'ailleurs les pertes portent surtout sur les graines, les embryons, les jeunes, les blessés ou les malades, c'est-à-dire tous

ceux qui ne peuvent participer à une véritable lutte.

F. Lataste remarque que la nature vivante est dans un état d'équilibre dont les conditions nous sont encore profondément inconnues. « Nous avons, dit-il, tendance à nous exagérer, non pas les appétits, mais la puissance des animaux de proie. J'ai été frappé dans la Tunisie méridionale, de voir les rochers de certains défilés et de certaines montagnes fréquentés à la fois par des multitudes d'oiseaux inoffensifs de toutes sortes et de toutes tailles, ramiers, tourterelles, petits passereaux et par de nombreux rapaces de toutes catégories, depuis la cresserelle jusqu'à l'aigle. Et ce peuple ailé circulait dans tous les sens, sans que les uns parussent beaucoup s'inquiéter des autres. Les oiseaux normalement doués pour le vol ne fournissent guère aux repas des rapaces, en dehors de quelques surprises relativement rares, que des jeunes, des malades, des blessés ou des sujets mis accidentellement et d'ordinaire par le fait de l'homme dans l'impossibilité de s'enfuir. On peut dire la même chose pour les mammifères » (1).

Lamarck, qui connaissait bien la consommation prodigieuse des êtres vivants les uns par les autres, regardait « la fécondité effrayante » des animaux inférieurs comme la marque de la toute-puissance de la nature qui a prévenu les dangereux effets de cette faculté en faisant des uns la proie des autres, de manière « que tout reste dans l'ordre » (2). Il y a en effet un rapport évident entre le nombre des œufs pondus et les dangers auxquels ils sont exposés. Les poissons dont les œufs flottent et forment une partie du plancton, où ils sont exposés à d'innombrables ennemis, en produisent beaucoup plus que les autres. La morue en a plus de neuf millions,

(1) *Actes de la Soc. scient. du Chili*, t. II, 1892, 3e liv., p. CLV et suiv.

(2) LAMARCK, *Discours d'ouverture, an VIII*, 1800, et *Philos. zool.*, p. 98-101.

l'hippoglosse vulgaire (flétan) plus de 300 000, le brochet 100 à 600 000, la perche et la carpe environ 300 000, la tanche 70 000, la truite un à deux mille (1).

De fait, malgré des exemples indubitables de la disparition d'une espèce à la suite de la concurrence, ou au contraire de la multiplication extraordinaire d'une autre espèce se substituant à celle qui occupait un territoire avant elle, toutes les fois que l'homme n'a pu intervenir pour modifier les choses on voit dans les milieux les plus divers une richesse inouïe de formes variées appartenant à des types différents. Malgré la concurrence très active qui doit se produire entre elles, ces espèces peuvent donc vivre côte à côte et vivent effectivement. Par son action l'homme peut favoriser singulièrement ou gêner quelques espèces, et alors l'équilibre change. En tout cas, s'il n'est pas douteux que certaines espèces ne peuvent vivre à côté d'autres à cause de désavantages particuliers, il est certain aussi que dans la nature abandonnée à elle-même, la richesse exubérante des faunes et des flores indique bien que la lutte ne s'y exerce pas sans compensation et qu'elle laisse toujours des représentants des divers types susceptibles de vivre sous le même climat.

Il ne faut donc pas accepter comme intangible le facteur des transformations imaginé par Darwin, et on est en droit de penser qu'il est sans doute bien insuffisant pour l'ouvrage qu'on lui demande.

La sélection naturelle a-t-elle mieux résisté à la critique? Pas davantage. Il est bien évident que la sélection existe, que les insuffisants, les malades, ou les blessés, seront les premières victimes dans la concurrence, qui peut exercer ainsi une sorte de choix. Mais peut-on penser qu'elle a un rôle modificateur suffisant

(1) ZIEGLER (H. E.), *Lehrb. d. Entwickel. d. nied. Wirbelt.* Iéna, 1902, p. 170.

pour produire ce qu'on lui a attribué? Darwin avait beaucoup étudié la sélection artificielle des éleveurs et lui avait accordé une importance capitale. Pour lui toute modification avantageuse était forcément conservée et le plus souvent accrue dans la génération suivante. La réalité n'est pas aussi simple; l'hérédité ne donne pas toujours des produits semblables en tout aux parents, il s'en faut de beaucoup. Cela est très net chez l'homme; les enfants d'une même famille peuvent différer beaucoup les uns des autres et cette variation déjoue toutes les prévisions. Il en est de même chez les animaux; quelques éleveurs ont payé très cher leur confiance trop absolue en les mérites d'un individu considéré comme un reproducteur hors ligne. L'efficacité de la sélection suppose en effet la transmission des caractères acquis. Or celle-ci, qui ne faisait pas de doute pour Lamarck et pour Darwin, est fortement battue en brèche et paraît controuvée (1).

Somme toute la sélection naturelle n'agit que comme éliminatrice. Elle fait disparaître ce qui est imparfait, mais elle ne peut rien créer de véritablement nouveau.

Ajoutons aussi que les exemples de sélection donnés par Darwin portent toujours sur des parties superficielles, sujettes comme on sait à de nombreuses variations. Ils ne s'adressent jamais au fond même de l'organisation, c'est-à-dire à la constitution histologique ou anatomique.

D'ailleurs comme le remarque très justement Cuénot (2) les transformistes sont toujours partis d'une adaptation préalable pour expliquer leurs formes nouvelles. Lamarck, pour faire comprendre la genèse de la palmure des oiseaux aquatiques, part d'un oiseau à doigts séparés, mais déjà nageur; pour expliquer l'allongement de pattes et du cou des échassiers il admet un oiseau de

(1) Voyez Cuénot (L.), *Cahiers de philos. de la nature*, t. I, Paris, Vrin, 1927.

(2) Cuénot (L.), *L'adaptation*, Paris, 1925, G. Doin, p. 151.

rivage déjà obligé de chercher sa nourriture au fond de l'eau. Darwin pense que la taupe vivait déjà dans des galeries avant que son œil eût diminué. Houssay, pour produire la forme poisson, est obligé de partir d'un animal nageant vite, et celui-ci ne peut être guère qu'un poisson, car l'ancêtre en forme de planaire, auquel il avait pensé pour cette genèse, ne peut absolument pas y conduire comme je l'ai montré (1).

En partant d'une espèce donnée il est évidemment facile d'arriver à une autre par le seul jeu de la sélection. On comprend bien que des plumes plus brillantes ou plus ternes, des griffes ou des dents plus fortes ou un peu différentes, une armure protectrice plus efficace puissent prendre naissance de cette façon. Mais il en est tout autrement pour les organes profonds. Comment les bronches des vertébrés ordinaires disposées en ramifications indépendantes, terminées par des culs-de-sac multiples couverts d'alvéoles, auraient-elles pu passer graduellement à l'état de circuits cylindriques, pourvus d'alvéoles sur tout leur pourtour? Que serait devenue la respiration en attendant que les alvéoles pariétales eussent remplacé les terminales, et cela à un moment où tout le reste de l'organisation réclamait une hématose plus intense? Mais ce n'est pas tout. Les circuits bronchiques sont eux-mêmes en rapport avec le vol, par conséquent avec l'aile et les plumes, comment ces combinaisons compliquées d'appareils que rien ne relie dans les vertébrés ordinaires, auraient-elles pu se produire peu à peu? Il en est de même pour tous les cas où une adaptation nouvelle naît dans un type général, comme dans la formation de pisciformes (cétacés), ou de voiliers (chauves-souris) parmi les mammifères. J'ai montré par divers exemples (2) que les modifications nécessaires pour passer

(1) *Membres et ceintures*, p. 694.
(2) *Ibid. passim*, et p. 350-430.

d'un type général à un autre étaient toutes enchaînées, qu'elles ne pouvaient se succéder même dans un temps assez court et qu'elles étaient nécessairement simultanées.

De pareils changements sont incompréhensibles, dira-t-on, la formation directe et sans phases successives de ces appareils compliqués est impossible. Il n'en serait peut-être pas de même si l'on pensait à un facteur psychique, présent partout où il y a vie, à des formes créatrices donnant les types formels en rapport avec les plans généraux d'organisation. L'idée de l'intervention, dans la formation des êtres vivants, d'un facteur non spatial, directeur de leur constitution et de leur activité, n'est plus aussi méconnue qu'il y a quelques années. Les témoignages de ces tendances nouvelles parmi les biologistes ne manquent pas, et le livre récent de v. Monakow et R. Mourgue (1) qui invoquent un facteur de cette nature auquel ils donnent le nom d'*hormé*, est à ce sujet très caractéristique.

Les processus habituels du développement n'ont rien de contraire à cette conception. Ils reposent en effet sur des dispositions générales très simples, les ébauches, communes à tous les individus appartenant au même type d'organisation, et dont certaines modifications en entraînent d'autres de façon à faire aisément un tout nouveau bien lié. La modification de l'ébauche pulmonaire des oiseaux qui amène la formation des circuits bronchiques s'accompagne de celle des sacs aériens qui retentit profondément sur la constitution de la région thoraco-abdominale et sur la topographie viscérale de ces animaux. Or il ne faut parler dans ce processus ni de sélection naturelle, ni d'adjonctions progressives, mais d'une formation immédiate, intelligible suivant les lois de l'organisation.

(1) C. v. Monakow et R. Mourgue, *Introduction biologique à l'étude de la neurologie et de la psychopathologie*. Paris, Alcan, 1928.

Ce mode de genèse n'est d'ailleurs pas aussi isolé, aussi peu naturel, qu'il le pourrait paraître. Il y a de l'ordre dans la nature, il y a des lois, en vertu desquelles certains arrangements sont seuls possibles, sans qu'on puisse invoquer pour eux une genèse progressive par sélection, comparable à celle que l'on imagine pour les animaux. Les combinaisons chimiques qui donnent les corps de la chimie minérale, aussi bien que celles de la chimie organique ne sont pas quelconques. Elles ne se font pas dans toutes les proportions et en quantité indéfinie. Elles aboutissent au contraire à un nombre relativement petit de corps bien définis, bien distincts les uns des autres, obéissant à des lois structurales fixes. D'autres combinaisons auraient évidemment été possibles, puisque, pour la chimie organique notamment, les chimistes en réalisent toujours de nouvelles. Mais elles ne se rencontrent pas à l'état naturel; c'est donc qu'il y a des règles fixes que la nature ne franchit pas. Pourquoi en serait-il autrement pour les êtres vivants? Certains plans généraux (embranchements) paraissent nécessaires au développement de la vie, ils se réalisent depuis fort longtemps et durent. Leur formation est certainement aussi peu dépendante du hasard que celle des composés chimiques naturels que nous connaissons.

En résumé les facteurs darwiniens sont des forces réelles qui ont joué un rôle dans la formation des êtres vivants, mais pas celui qu'on leur prête. Elles ne pouvaient pas le faire parce que leur action est beaucoup plus limitée qu'on ne l'a cru. La concurrence vitale existe à coup sûr, elle donne l'avantage aux plus aptes, mais cette aptitude est certainement générale et ne résulte pas d'un ou de quelques traits particuliers qui serviraient d'une manière déterminée dans la concurrence, car ces détails ne peuvent avoir un rôle que lorsque la lutte est véritablement une bataille ou toute arme servira d'autant mieux qu'elle sera mieux faite. Lorsqu'il s'agit simple-

ment de vigueur, de résistance générale, ces armes ne jouent aucun rôle.

Les causes de l'évolution imaginées par Lamarck et par Darwin existent donc réellement, mais leur rôle a été surfait; il porte seulement sur des détails accessoires ou superficiels, il ne touche point à l'organisation elle-même, il n'explique point l'existence de plans d'organisation aussi différents que ceux que nous connaissons. La prétention de faire sortir les types animaux de l'action de ces facteurs est tout à fait injustifiée. Et cela explique comment il y a peu de types et comment ceux-ci existent depuis si longtemps. Si les facteurs invoqués avaient vraiment l'action qu'on leur prête, il y aurait plus de types. Si les types connus, peu nombreux, durent depuis si longtemps, c'est qu'ils réalisent des états d'équilibre morphologique très stables dans leurs parties essentielles, modifiables seulement dans leur surface et dans leurs appendices, tandis que la structure histo-anatomique est inébranlée depuis son début, de telle sorte qu'il est inexact de parler pour eux d'évolution. Ils n'ont pas évolué car ils n'ont pas donné d'autres types, mais leurs réalisations particulières (espèces) peuvent être innombrables.

La génétique.

D'autres facteurs ont été invoqués pour la genèse des espèces, ce sont les changements de forme résultant des croisements, et dont l'étude a reçu le nom de mutationisme ou de génétique. Avec la génétique nous entrons dans le domaine de l'expérimentation, nous sommes par conséquent sur un terrain beaucoup plus solide que celui sur lequel s'appuient les facteurs précédemment étudiés. Les données anciennes de Mendel ont permis de distinguer dans la reproduction diverses sortes de caractères, de voir comment ils se comportent dans les croisements,

d'apprendre lesquels persistent et servent à caractériser l'être, lesquels s'effacent, momentanément seulement ou d'une manière durable, et, grâce aux expériences et aux longs efforts des génétistes, on est presque arrivé à faire les combinaisons que l'on veut. Mais ces résultats fournissent-ils l'explication de la genèse des types animaux? Évidemment non, parce que les caractères dont il s'agit sont encore des caractères purement superficiels et qui ne touchent pas à la nature de l'être. Ainsi, pour prendre un exemple, une petite mouche, *Drosophila*, est susceptible, entre les mains d'opérateurs habiles, de donner une série incroyable de mutations. Ses yeux peuvent avoir toutes les couleurs allant du rouge foncé au rose le plus clair, et on a compté dix-sept teintes intermédiaires. Ses ailes peuvent présenter toutes les dimensions possibles, être grandes, étalées, ou plus courtes, froissées et même réduites à un moignon presque imperceptible. On a obtenu de la sorte un nombre considérable de mutations.

Est-ce à dire pour cela que nous tenions la clef du problème de la genèse des êtres vivants? Pas le moins du monde, car dans toutes ces variations notre mouche reste invinciblement un diptère et garde les caractères de ce groupe. Lorsque ses ailes se froissent, se plissent, ou se réduisent à un moignon, ce sont encore des ailes de diptère; elles n'ont pris aucun des caractères de celles des autres insectes voisins, et ne peuvent pas se confondre avec celles des coléoptères, des hémiptères, des névroptères, etc. Il en est de même pour son corps qui garde la forme et la constitution de celui d'une mouche et ne tente pas de devenir celui d'une autre forme. La loi de caractérisation permanente joue là d'une manière très ferme et fixe l'être dans son plan structural sans lui permettre d'en sortir.

Peut-être, dira-t-on, n'en était-il pas ainsi au commencement, lorsque apparurent les premières formes de ce groupe. Peut-être aurait-on pu alors les faire dévier du

type existant. Il est impossible de rien dire à ce sujet. En tout cas, s'il en a été ainsi, si des types d'organisation nouveaux ont pu prendre naissance à un moment donné sur les embryons d'autres types préexistants, c'est que les choses ne s'opéraient point suivant les lois actuelles. D'après celles-ci, seuls peuvent être touchés, dans la génétique, les traits superficiels. Si l'organisation a pu être entamée elle-même à un moment donné, cela s'est fait en dehors des lois naturelles actuellement connues. Il a dû intervenir alors quelque chose de nouveau, d'inconnu, et le plus étrange est que ce quelque chose n'a pas donné un monstre, un essai non viable, mais un type bien défini. Les formes considérées comme des essais ou des tâtonnements de la nature n'ont pas du tout cette valeur, comme on l'a vu à propos des transitions (p. 107-113).

Le temps.

Nous arrivons maintenant à un facteur qui fait grande impression à cause des chiffres astronomiques qu'il comporte, c'est le temps. Les chiffres donnés pour la durée des temps géologiques ont beaucoup varié, suivant les bases qui ont servi à les établir et ont d'abord passé de 38-96 millions d'années (John Phillips, 1860) à 100-400 millions (Geikie, 1899). Depuis, l'étude de la radio-activité a porté à les allonger encore beaucoup, et l'on parle d'une durée d'au moins 1 500 millions d'années pour les périodes géologiques qui se sont écoulées depuis l'apparition de la vie.

Mais, dans la question qui nous occupe, ce n'est pas tant la durée réelle qui est importante que les rapports observables entre les phases de l'évolution géologique et celle des êtres vivants. Que les périodes sédimentaires aient duré un milliard et demi ou seulement quelques centaines de millions d'années, peu importe, si nous

avons dans la succession des terrains et dans celle des êtres deux échelles présentant la même graduation et pouvant se superposer. Or ce n'est pas le cas.

La paléontologie ne nous donne pas du tout l'image d'une progression régulière des formes correspondant à celle que l'on pourrait imaginer d'après la zoologie, c'est-à-dire en se basant sur la complication relative des structures. Elle ne nous montre point un monde vivant se compliquant peu à peu, à partir des protozoaires et en passant par les cœlentérés, les échinodermes, les vers, les mollusques, les arthropodes, pour arriver aux vertébrés. Seuls ces derniers manquent au début, tous les autres sont présents, sous d'autres formes que les actuelles, mais constituées sur le même plan général qu'aujourd'hui; il n'y a pas progression paléontologique parmi les embranchements des invertébrés. Sans doute on peut penser que leur différenciation s'est produite antérieurement aux premières couches fossilifères connues. Mais il faut remarquer que cette différenciation, qui est pourtant la plus considérable que chacun des embranchements ait jamais subie, puisqu'elle les aurait amenés de l'état d'une gastrula quelconque à celui de types parfaitement déterminés et distincts les uns des autres, est suivie d'un pouvoir évolutif beaucoup moindre. Le type fondamental ne change plus et se contente de se différencier dans quelques directions divergentes, toutes terminales, c'est-à-dire ne conduisant point à d'autres types. Il est singulier que la très longue période pendant laquelle a eu lieu cette différenciation secondaire ait été beaucoup moins puissante, ait donné des résultats beaucoup moins importants que la précédente, puisqu'elle n'a rien change d'essentiel.

Cette constatation doit déjà inspirer quelque réserve vis-à-vis de ceux qui attribuent au temps une si grande importance. En effet, étant donné que la concurrence vitale s'accroît à mesure que les formes se multiplient,

que les conditions de vie se différencient de plus en plus, que le temps se poursuit (formation des climats et des saisons), il paraîtrait tout naturel de penser que l'action réunie de ces différentes causes soit assez puissante pour faire apparaître quelque chose de vraiment nouveau. Or il n'en est rien, car personne ne prétend que les vertébrés puissent provenir de l'une quelconque des classes déjà différenciées des invertébrés, et l'on tend au contraire à les faire dériver de formes bien plus élémentaires que ces dernières.

Le développement des vertébrés qui fournit, par la structure compliquée de ses représentants, une échelle évolutive infiniment plus détaillée et plus précise que celui des invertébrés, parle également dans le même sens. Le type de l'embranchement se montre dans les premiers poissons avec tous ses traits essentiels. Il va sans doute se développer très richement dans divers sens avant d'arriver jusqu'à l'homme, mais tous ces développements ne font rien apparaître d'absolument nouveau, et, sauf pour ce qui regarde le psychisme, on peut dire que les indications de toutes les parties qui se développeront dans 'homme existent déjà chez les poissons. Comme pour les invertébrés le plan est donné dès le début, théoriquement édifiable sur une gastrula, mais toutes les parties surajoutées à celle-ci (névraxe, chorde, myotomes, cœlome, régions), sont bâties sur un modèle différent de ceux usités chez les invertébrés. Les tissus correspondants, les grands appareils généraux, présentent avec ceux des invertébrés des rapprochements nécessaires puisqu'ils accomplissent les mêmes fonctions élémentaires, mais leurs dispositions réciproques, la forme de leurs éléments, les combinaisons qu'ils forment entre eux sont particulières et nouvelles; elles se conserveront sur le même modèle jusque dans les exemplaires les plus élevés de l'embranchement.

Les types des embranchements se sont-ils développés d'un coup? Le cas des vertébrés pourrait le faire supposer

car rien n'établit une transition indiscutable entre eux et les invertébrés. Parmi ceux-ci il en est sans doute de même, mais l'objection d'une évolution précambrienne demeure toujours soutenable. Cependant le reste des faits, le comportement des classes et des ordres à leur apparition appuie fortement l'idée d'une formation brusque. Il n'y a contre elle qu'un demi-siècle de transformisme triomphant qui a accoutumé les esprits à une tout autre manière de voir. Mais quand on aura bien compris l'abîme existant entre ce qu'il y a d'acceptable dans le transformisme et l'évolution telle que la constitution du monde vivant l'exigerait, quand on aura bien saisi que ce qui est valable pour les espèces ne l'est pas pour les types d'organisation, la prévention contre la possibilité de formations brusques sera fortement ébranlée.

Quoi qu'il en soit, il n'y a aucun rapport exact entre le temps écoulé et l'importance des modifications constatées. Dans les premiers temps du transformisme on regardait l'apparition des mammifères au tertiaire comme une preuve maîtresse de la théorie, admettant qu'il avait fallu la longue période secondaire pour permettre aux reptiles de s'élever peu à peu jusqu'à la hauteur des mammifères, et l'apparition de l'homme après tous les autres mammifères confirmait encore la théorie. Il fallait, enseignait-on, que le cerveau d'un mammifère eût passé par toutes les étapes inférieures pour pouvoir revêtir enfin la forme humaine. Tout organe, avant d'atteindre la plus haute complication qu'il puisse présenter, avait dû posséder des formes intermédiaires successives, conservées encore dans les types inférieurs.

Mais un examen attentif des faits conduit à d'autres vues. Quelles sont les différences majeures qui séparent un mammifère d'un reptile? Ce sont, en dehors de dispositions squelettiques dont la plus frappante est la constitution de l'articulation de la mâchoire inférieure et la formation de la chaîne des osselets de l'ouïe, toutes les

dispositions histologiques et viscérales dont nous avons parlé plus haut (p. 118). Or ces changements, d'importance capitale, étaient effectués dès le trias, sans intermédiaires vrais, car la diminution relative de l'os carré des théromorphes ne peut cependant pas être considérée comme un passage de cet os à l'état d'osselet de l'ouïe. Sans doute on dira que le premier mammifère n'était pas pourvu de placenta, mais il ne faut pas s'en laisser imposer par les mots et prendre la différence existant entre les placentaires et les marsupiaux comme approchant, même de loin, de celle qui sépare les reptiles des mammifères. Celle-ci est capitale et d'une grande importance fonctionnelle. Elle repose sur toute la constitution histologique bien plus encore que sur l'anatomie, c'est là ce qui lui donne son caractère propre, ce qui permet le haut degré d'activité de toutes les fonctions que Cuvier avait si nettement montré comme le caractère fondamental des diverses classes des vertébrés.

Or cette précocité de l'évolution, pour parler comme les transformistes, se retrouve à tous les degrés de la hiérarchie. Voilà le type mammifère placentaire constitué. Allons-nous le voir longtemps représenté par des quadrupèdes insectivores ou omnivores à caractères mal définis et en quelque sorte douteux? Certes non. Dès que ces animaux se multiplient un peu pour prendre la place des reptiles, c'est-à-dire immédiatement après l'éocène basal, nous voyons s'affirmer les différences qui vont conduire aux chauves-souris, aux cétacés, pour ne parler que de types aussi divergents que possible du type primitif. Chose curieuse, les remaniements énormes du squelette qu'exigent les formes nouvelles sont effectuées dès les premières espèces connues. L'aile de la première chauve-souris est une aile véritable, la queue du premier cétacé, une queue motrice de grande puissance et ainsi de suite. Tous les ordres, sauf l'homme dont nous ne savons rien à ce moment, commencent à se différencier dès l'éocène;

à partir de l'oligocène il ne se forme plus que des familles (Osborn) (1).

Donc tout ce qu'il y a de difficile dans les transformations, tout ce qui demande des remaniements profonds, s'effectue relativement très vite; des modifications familiales, insignifiantes à côté des précédentes, marquent seules les époques suivantes. Il n'a pas fallu toute la durée de l'éocène pour former la queue motrice d'un cétacé, dont la présence nécessite tant de corrélations non seulement squelettiques mais viscérales, tandis qu'il faut jusqu'à la fin du pliocène pour faire disparaître les doigts latéraux des équidés primitifs, qui ne leur servent à rien. N'est-ce pas le cas de dire avec Dubois-Reymond, en considérant cette discordance chronologique entre la durée des petites et celle des grandes modifications, que pour obtenir ces dernières en se servant des mêmes facteurs que pour les précédentes, il faudrait que les dés fussent pipés !

Ces exemples conduisent naturellement à diminuer beaucoup la part attribuée au temps dans l'évolution, et à ne point se laisser impressionner par les chiffres brutaux que l'on cite souvent sans tenir compte de tous ces faits.

Enfin il est une dernière remarque à faire à propos du temps. On a l'habitude de considérer les formes vivantes comme étant dans une sorte d'écoulement continu, les espèces n'ayant qu'une durée très limitée et passant bientôt à d'autres formes qui subissent le même sort. Cela est peut-être vrai dans un certain sens, si l'on considère les espèces systématiques, c'est-à-dire les variétés que l'on décore du nom d'espèces. Mais si l'on s'arrête, comme il convient, aux types formels, dans lesquels ces espèces sont contenues, il en est tout autrement. Ces types, c'est-à-dire les familles naturelles, ou les grands genres, ont une durée toujours longue, qui

(1) Osborn (H. F.), *The age of Mammals*. New-York, 1910, p. 178.

dépasse souvent de beaucoup les limites d'une période géologique sans présenter pendant tout ce temps des modifications suffisantes pour les faire passer à un autre type. Sans parler des types formels remontant presque aux premières couches fossilifères comme la lingule, les pleurotomaires, les chitons, les blattes, etc., beaucoup des familles actuelles des vertébrés ont aussi un très long passé. Nombre de celles des poissons datent du jurassique, et le dipneuste *Ceratodus* est aussi vieux que le trias. Parmi les oiseaux, la plupart des familles remontent à l'éocène et les plus jeunes sont du miocène, quelques-unes, plus anciennes, datent du crétacé. La plupart de nos animaux domestiques dérivent de genres constitués dès le miocène, par conséquent avant l'apparition de l'homme, et n'ont subi pour s'adapter à leur vie nouvelle que des modifications peu importantes. L'homme n'a pas changé *morphologiquement,* depuis le pleistocène inférieur, et les végétaux supérieurs qui forment le fond de nos forêts (chênes, châtaigniers) viennent de genres existant déjà à la fin du crétacé.

Les formes vivantes ne sont donc point emportées dans un courant perpétuel qui les contraindrait à n'être que les phases rapides d'une évolution sans arrêt. Elles se montrent au contraire comme des états d'équilibre morphologique qui ne changent guère du moment où ils ont réalisé leurs dispositions essentielles. Grasset (1), qui avait remarqué cette fixité du type humain depuis plusieurs millénaires, en avait conclu qu'il y a des *espèces fixées,* qui semblent pour un temps à l'abri des changements continus du transformisme classique. Il avait parfaitement compris ces périodes de stabilisation pendant lesquelles certaines formes durent sans changer,

(1) Grasset (J.), *Le dogme transformiste et la philosophie. La Renaissance du livre,* Paris. 1918, p. 161 et suiv. Grasset avait déjà introduit la notion d'espèce fixée dans son précédent ouvrage *la Biologie humaine.*

au moins d'une manière importante, et constituent autant de points fixes que l'on pourrait regarder comme permanents pour une période donnée. L'homme en particulier fournit un magnifique exemple d'espèce fixée, et bien des êtres qui l'entourent méritent aussi cette qualification. Toutefois comme le mot espèce a pris, dans la nomenclature actuelle, un sens très restreint, il vaut mieux dire types formels pour désigner l'ensemble des genres ou des formes de même nature qui gardent cette stabilité. En même temps on voit clairement que le temps ne suffit pas, même avec le concours des changements matériels qu'il entraîne avec lui, à changer ces types d'équilibre qui paraissent assez indépendants des milieux où ils vivent, pour ne pas être contraints de suivre toutes leurs vicissitudes.

Nous avons parlé à diverses reprises, au cours de ce travail, des opinions de Caullery et de D. Rosa sur la valeur qu'il convient d'accorder aux facteurs du transformisme. Nous les reproduirons textuellement ici, à cause de leur importance.

Caullery écrit (1) : « Ni l'une ni l'autre des deux grandes solutions proposées, le lamarckisme et le darwinisme, ne peut être considérée comme satisfaisante » (p. 260). « L'évolution ne peut résulter de l'action des seuls facteurs extérieurs à l'organisme. Il faut faire une part considérable, peut-être même prépondérante, aux facteurs internes... » p. 263-264.

De son côté D. Rosa développe dans les pages 24 et 25 de l'*Ologenesi*, les critiques suivantes :

« On a récemment dépensé beaucoup de peine pour démontrer, même expérimentalement, que certaines

(1) Caullery (M.). *Histoire des Sciences biologiques, Hist. de France* de Hanotaux, Paris, 1925.

différences individuelles ont réellement une valeur sélective, et certains ont cru sauver ainsi le darwinisme contre qui on objectait que les différences individuelles sont trop petites pour donner prise à la sélection. Mais ces observations expérimentales n'ont pas la portée qu'on leur a donnée. Seraient-elles indiscutables qu'elles prouveraient seulement qu'il existe une sélection naturelle entre individus de la même espèce, et d'où pourraient se former races et variétés semblables à celles obtenues par la sélection faite par l'homme.

Mais il est illogique de conclure que les races ou variétés ainsi formées pourront, en suivant le même procédé, *s'éloigner assez de la forme souche, pour sortir des limites de l'espèce,* du genre, etc., de manière que l'on puisse expliquer par ce processus la vraie évolution phylogénétique.

Jamais, par ce procédé, on n'a obtenu une seule espèce nouvelle bien que l'on ait obtenu dans une même espèce des formes qui diffèrent entre elles somatiquement plus que ne font d'habitude deux espèces ou même deux genres. La sélection artificielle continuée par l'homme dans certains cas pendant des siècles et conduite avec une rigueur que n'aurait jamais pu avoir la sélection naturelle, *est une grande preuve expérimentale contre le darwinisme.*

Il en est de même pour le lamarckisme.

Le lamarckisme admet une vraie hérédité des variations somatogènes, ou que les cellules germinales peuvent subir du dehors des actions qui se traduisent par des modifications héréditaires du soma. Toute la « génétique » moderne avec Morgan, Cuénot, Goldsmith, Pzibram, Haecker, Rabaud, etc., est un lamarckisme avec étiquette plus moderne.

Or nous dirons de ce lamarckisme large ou étroit, franc ou dissimulé, ce que nous avons dit du darwinisme. Concédons que parmi les faits qu'il avance il y en ait, et

beaucoup, d'indéniables ; ce seront des faits très importants pour une connaissance meilleure des lois de l'hérédité et de la variation. *Mais si nous voulons conclure que la vraie évolution phylogénétique est basée sur de telles variations, nous nous appuyons sur le même postulat qui forme la base infondée du darwinisme* » (1).

(1) Rosa (D.), *Ologenesi, nuova teoria dell' evoluzione*. Torino, 1917. Les passages en italiques ne le sont pas dans le texte. Le transformisme de D. Rosa, très différent de la doctrine classique, consiste à expliquer la phylogénèse par le développement d'un plasma de constitution spéciale, et sur lequel les facteurs externes n'ont qu'une influence très limitée (voy. p. 238, note).

CHAPITRE IX

LA PLACE DE L'HOMME DANS LA NATURE

L'histoire naturelle de l'homme est intéressante non seulement parce qu'elle nous touche directement, mais parce qu'elle apporte une importante contribution aux questions soulevées dans ce livre.

L'homme étant le dernier venu parmi les mammifères, son évolution paléontologique doit être plus facile à reconstituer, moins lacunaire que les autres. Les renseignements qu'elle fournit sont donc particulièrement précieux D'autre part la richesse des variétés contenues dans le groupe humain est telle qu'elle l'a fait diviser en familles, tribus, genres et espèces comme on le fait pour les ordres. Mais comme toutes ces formes paraissent interfécondes, la valeur qui leur est attribuée n'est évidemment pas la même que celle des catégories dont on leur a donné le nom, et ceci nous éclaire sur la signification qu'il convient d'accorder aux catégories systématiques.

Historique.

Linné plaçait l'homme, *Homo sapiens*, dans l'ordre des primates, qui comprenait avec lui les singes, les chauves-souris et les paresseux. Les deux derniers groupes furent bientôt séparés des précédents et l'ordre des primates disparut pour faire place à deux autres : celui des bimanes réservé à l'homme et celui des quadrumanes pour les singes

et les lémuriens. Blumenbach, désireux de faire ressortir l'unité de la forme humaine, appelait ordre bimane la première division, mettant ce nom au singulier contrairement à celui de tous les ordres. La seule espèce de l'ordre, l'homme, était caractérisée par l'admirable définition que l'on connaît : animal doué de la raison, du langage, de la station verticale et de deux mains.

Cuvier, fidèle à sa règle de ne pas employer les caractères psychiques, supprima les deux premiers et opposa l'homme aux quadrumanes simplement par la forme de ses extrémités et sa station debout. Insuffisante comme définition complète, cette caractérisation était irréprochable zoologiquement, car la station debout nécessite un si grand nombre de corrélations qu'elle suffit amplement à séparer l'homme de ce que l'on a considéré comme ses plus proches voisins. Cuvier divisait l'espèce humaine en trois grandes races : blanche, jaune et noire. Mais déjà de son temps divers naturalistes multipliaient beaucoup les races et les élevaient même au rang d'espèces. Bory Saint-Vincent comptait quinze de ces dernières.

L'ordre des bimanes fut conservé pendant longtemps. Cependant quelques naturalistes se demandaient si ses caractères physiques avaient bien la valeur que l'on demande aux caractères des ordres. Is. Geoffroy Saint-Hilaire, qui voulait faire de l'homme un règne à part, à cause de sa nature intellectuelle et morale, pensait que ses caractères physiques n'avaient que la valeur de caractères familiaux, car les principaux : station debout, deux mains, peau nue, ne lui étaient pas exclusifs. Les pingouins et les gerboises se tiennent aussi debout, disait Is. Geoffroy. Les mains — définies avant tout pour lui par leur pouce opposable — se rencontrent chez d'autres mammifères, et le seul caractère propre à l'homme dans ce domaine c'est que ses mains sont antérieures, tandis que chez les autres elles sont postérieures. Enfin la peau

nue se trouve aussi chez les cétacés et chez les chiens turcs! Il est impossible de mieux faire ressortir que par cette énumération le manque de discernement apporté à la détermination des prétendus « caractères ». On a vu (p. 203), que la station debout des pingouins et des gerboises n'a absolument rien de commun avec celle de l'homme. Celle-ci seule est verticale et nécessite un remaniement total du squelette, des muscles et de la configuration externe. Celles du pingouin et de la gerboise dépendent simplement de modifications légères du squelette des membres postérieurs qui s'accompagnent de corrélations tout à fait insignifiantes à côté des précédentes. La nudité de la peau humaine n'a rien à faire avec le même caractère chez les cétacés, car celui-ci dépend d'une constitution spéciale de l'épiderme (absence de couche granuleuse et de couches cornées) qui entraîne le manque de poils, et quant à celui des chiens turcs, c'est un caractère en quelque sorte accidentel portant sur une seule race qui n'a d'ailleurs rien autre de commun avec la nôtre, tandis que la nudité de l'homme s'observe partout, même dans les climats les plus rudes. En un mot Is. Geoffroy réunissait dans un même « caractère » des choses foncièrement différentes et insuffisamment analysées. C'est un exemple très net du nominalisme grossier qui règne dans tant de comparaisons anatomiques ou zoologiques.

Cependant, à la suite de la publication de l'*Origine des espèces* de Darwin, des efforts considérables étaient faits pour appliquer à l'homme les principes qu'elle venait d'énoncer. Huxley, en particulier, prit la question en main avec une grande vigueur. Il s'efforça d'abord de faire disparaître l'opposition entre bimanes et quadrumanes, en s'appuyant surtout sur ce que les singes n'avaient pas quatre mais seulement deux mains, leurs extrémités postérieures étant de vrais pieds, puisqu'elles possèdent les os caractéristiques de ces derniers, le calca-

néum et l'astragale. Cela n'était pas neuf et Cuvier avait parfaitement décrit l'ostéologie du pied des singes, mais il avait considéré, pour maintenir à ces derniers le nom de quadrumanes, le rôle de leur pied, tout à fait différent de ce qu'il est chez l'homme. Après cette facile victoire sur Cuvier, Huxley rapprocha les singes et l'homme d'une manière très étroite, les unissant dans un même groupe dans lequel les anthropomorphes étaient pour lui beaucoup plus voisins de l'homme que des singes inférieurs.

Le nom de primates reprit alors faveur et servit pour désigner l'ensemble des mammifères arboricoles, grimpeurs, à station verticale, oblique ou quadrupède, à doigts libres et longs, dans lesquels des ongles plats tendent à remplacer les griffes habituelles. Pour certains auteurs, le groupe des primates comprend les quatre grandes subdivisions suivantes : lémuriens ou prosimiens (singes de Madagascar et tarsiers); platyrrhiniens ou singes d'Amérique, très spéciaux, à narines largement séparées et à queue prenante; catarrhiniens ou singes ordinaires, de l'ancien monde, à queue non prenante, à narines séparées par une mince cloison; hommes. D'autres savants mettent les lémuriens en dehors des primates, mais on s'entend généralement pour diviser les catarrhiniens en quatre familles : les cercopithèques à longue queue; les hylobates ou gibbons, sans queue, voisins des anthropomorphes; les anthropomorphes ou anthropoïdes, sans queue, représentés par les trois genres orang, chimpanzé, gorille; enfin les hommes.

Comment cette dernière famille a-t-elle fait son apparition, et quelles sont ses relations génétiques avec les autres primates? La solution de cette question est demandée par les transformistes à la fois à la zoologie et à la paléontologie. Mais comme les formes vivantes sont nombreuses et variées, tandis que les fossiles sont beaucoup plus rares, c'est la zoologie qui joue le principal

rôle dans les considérations sur la phylogenèse humaine. Un anatomiste et anthropologiste éminent, Elliot Smith, a proposé un arbre généalogique que nous avons reproduit plus haut (p. 186), dans lequel le tronc principal des primates, droit et simple sur une assez grande longueur, muni collatéralement de rameaux spécialisés (lémuriens, platyrrhiniens, catarrhiniens) et terminé par l'homme, naîtrait de tarsiers généralisés, proches parents des insectivores. D'autres attribuent à l'arbre primate trois branches maîtresses, celle des lémuriens, insérée le plus bas possible sur le tronc commun court, celle des platyrrhiniens attachée un peu plus haut, et enfin celle des catarrhiniens qui continue la direction générale du tronc et qui se divise elle-même en deux rameaux : les cynomorphes, et les anthropomorphes. Certains auteurs rattachent le tronc humain à la branche des anthropomorphes, plus ou moins près de son origine; d'autres le font implanter plus bas, près de l'origine des catarrhiniens; un troisième groupe l'unit au tronc des platyrrhiniens; un quatrième à celui des lémuriens; un cinquième le fait s'implanter sur la branche des cynomorphes avant la séparation de la branche des anthropomorphes ou encore beaucoup plus bas sur le tronc commun (1).

Ces divergences montrent combien la question est encore pleine de difficultés et d'incertitude. La paléontologie donne-t-elle des résultats plus précis? Évidemment non, car si elle en fournissait les zoologistes se seraient plus facilement mis d'accord pour établir leurs tableaux généalogiques. Cependant il importe d'examiner avec soin ce qu'apprennent les fossiles afin d'avoir une idée nette de ce que l'on peut attendre des données actuelles.

(1) Boule a résumé ces différentes hypothèses dans un schéma très expressif que l'on trouvera dans *Hommes fossiles*, 2e édition, fig. 248, p. 461.

Origine paléontologique de l'homme.

Pour étudier la paléontologie humaine il n'est pas besoin de remonter jusqu'à celle des lémuriens, elle-même d'ailleurs discutée; il suffit de se limiter à celle des primates dans le sens restreint de ce terme tel qu'il est adopté par de nombreux zoologistes, c'est-à-dire les singes et l'homme.

Le groupe des primates ainsi délimité se montre relativement tard et, chose singulière, ses premiers représentants connus ne sont point des formes inférieures, comme les cercopithèques, mais bien des espèces élevées, des anthropomorphes. Elles sont représentées par quelques débris (mandibules plus ou moins complètes), trouvés par Schlosser dans l'oligocène du Fayoum (Égypte) en 1910. Ces formes sont au nombre de trois : *Propliopithecus Haeckeli*, *Parapithecus Fraasii*, *Moeripithecus Markgrafi*, dont la première parait être un anthropomorphe généralisé de taille médiocre. Les vrais anthropomorphes, *Dryopithecus*, *Pliopithecus*, etc., n'apparaissent que plus tard, au miocène, comme les singes à queue. C'est une curieuse répétition de ce fait, fréquent au cours de l'évolution géologique, l'apparition précoce de formes élevées précédant celle de formes moins complexes.

Le *Propliopithecus* a donné lieu à des considérations phylogénétiques très intéressantes qui peuvent se résumer dans les vues opposées de Sergi et de Gregory. Le premier, se basant sur le caractère quasi humain de la symphyse mandibulaire, le considère comme un progéniteur du tronc humain dont les descendants auraient disparu; il en fait une forme particulière alliée au groupe humain mais pas aux anthropoïdes, et qu'il distingue sous le vocable d'eoanthropidæ (1).

(1) SERGI (Giuseppe), *Il posto deli Uomo nella natura*, Torino, Fratelli Broca, 1929, p. 229 et suiv.

Pour Gregory, *Propliopithecus* est à la fois le progéniteur des anthropomorphes et de l'homme. Il donne deux principaux rameaux : celui des hylobatinæ commençant par *Pliopithecus* du miocène et celui des simiinae comprenant plusieurs souches : *Palaeosimia*, d'où viennent les orangs ; *Sivapithecus* (miocène), d'où dérivent d'une part *Homo Heidelbergensis* donnant *H. sapiens* et *H. neanderthalensis*, d'autre part le fameux *Pithecanthropus* d'E. Dubois que l'on s'accorde généralement, à l'heure actuelle, à mettre absolument en dehors de la lignée humaine; enfin *Dryopithecus*, auquel se rattacheraient gorilles et chimpanzés. Seuls les cercopithèques et les cynopithèques n'auraient rien à faire avec lui.

Cette généalogie n'est donnée ici qu'à titre de renseignement, car sa valeur n'est rien moins que sûre. Chaque auteur en effet conçoit les choses à sa manière, intervertit les ancêtres, brouille les lignées, discute les âges, de sorte qu'il règne en cette matière une confusion dont ne se doute pas le public à qui les ouvrages généraux ne présentent que des données soigneusement expurgées de tout ce qui pourrait les faire paraître moins claires et moins probantes.

Entre l'oligocène et les premières couches renfermant des débris humains, il y a une grande lacune dans laquelle on ne trouve aucun os pouvant être rapporté à l'homme. Ses progéniteurs (eoanthropidæ) ont disparu, et les anthropomorphes qui viennent après eux sont trop spécialisés pour pouvoir être mis dans sa généalogie. Mais, à partir du pliocène supérieur, pour Sergi, ou en tout cas dès le pleistocène inférieur pour tout le monde, on trouve des débris très nettement humains, qu'ils aient ou non quelques caractères pithécoïdes, comme on va le voir. Ces débris ont été rencontrés en différents endroits, notamment en France.

Les plus anciens remonteraient au pliocène supérieur; ils sont représentés pour Sergi, par des pièces trouvées à

Foxhall (Angleterre) et à Castenedolo (Italie), et que la plupart des anthropologistes récusent comme non authentiques. Sergi attribue cette exclusive à ce que ces pièces ont une forme trop moderne, qui ne s'accorde pas avec ce qu'exigerait le transformisme, d'où le refus d'en tenir compte. Mais le savant italien fait remarquer que si l'on voulait juger de l'antiquité ou de la modernité du type humain d'après le squelette de Néanderthal, certains hommes récents devraient être rejetés, comme n'ayant pas les caractères prétendus modernes.

A partir du pleistocène inférieur, les pièces humaines ne prêtent plus à de telles discussions. On trouve dans cet étage la célèbre mâchoire de Mauer près d'Heidelberg, dont on a fait l'espèce *Homo Heidelbergensis*, les crânes de Piltdown et de Galley-Hill (Angleterre), de la Denise près Le Puy.

Dans le pleistocène moyen se rencontre d'abord une forme très particulière, établie sur des débris plus ou moins complets trouvés à Néanderthal, à Gibraltar, à Spy (Belgique), à Krapina (Croatie) et en France à La Chapelle-aux-Saints, au Moustier, à la Ferrassie, à la Quina. C'est l'homme de Néanderthal, *H. neanderthalensis*. Une forme presque identique a été trouvée en Afrique à Broken Hill (*H. Rhodesensis*). A côté de la race de Néanderthal existaient en Europe, à la même époque, les hommes de Cro-Magnon (France), de Grimaldi (Monaco), de Chancelade (France). Ces trois dernières races, très différentes d'*H. neanderthalensis*, appartiennent au type *H. sapiens* et à ses principales divisions : blanche (H. de Cro-Magnon); jaune (H. de Chancelade); noire (H. de Grimaldi).

Au pleistocène supérieur se rencontrent en France l'homme d'Aurignac et celui de Solutré, races qui comme les trois précédentes vont se continuer dans les races actuelles.

La plupart des débris trouvés dans le pleistocène se rattachent à *H. sapiens*; ils ne peuvent donc rien nous

apprendre sur les formes transitionnelles supposées entre l'homme actuel et ses prédécesseurs animaux, mais il n'en est peut-être pas de même pour ceux d'entre eux qui appartiennent à d'autres espèces, c'est-à-dire *H. Heidelbergensis* et *H. neanderthalensis*. Voyons ce qu'il faut en penser.

La mandibule de Mauer, souvent considérée comme le plus ancien débris humain authentique, est lourde, massive, elle a une branche montante très large et manque de menton comme celle des anthropomorphes, mais ses dents sont tout à fait humaines, ce qui permet de la considérer d'après Boule comme « un mélange savamment dosé de caractères humains et de caractères pithécoïdes ». G. Sergi a repris son examen (1). Il trouve que si le menton manque, la suture de la symphyse est différente de celle des anthropoïdes, que la branche montante diffère tant de celle des anthropoïdes que de celle des hommes récents et fossiles. Boule avait pensé que cette mâchoire ne laissait à la langue qu'un espace plus restreint que chez les hommes actuels, d'où la fonction du langage se serait trouvée réduite. Sergi trouve cet espace « aussi grand que dans les groupes humains récents » (p. 151), par conséquent le langage de l'homme de Mauer devait être aussi parfait que celui de tout autre homme. Dehaut (2) a récemment décrit une mandibule de nègre actuel, des collections du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, qui offre une grande ressemblance avec celle de Mauer. On peut donc conclure avec Sergi (p. 146) que cette dernière est certainement humaine mais possède des caractères particuliers qui en font une forme spéciale, différente de celle de Néanderthal, et très éloignée du type anthropoïde.

Les restes de l'homme de Néanderthal ont été étudiés par nombre d'auteurs au fur et à mesure de leur décou-

(1) Sergi (G.), *Il posto dell'Uomo*, p. 143 et suiv.

(2) Dehaut (E.-G.), *Sur une mandibule de nègre*, Comptes rendus, Soc. Biologie, t. XC, 1924, p. 558.

verte. Boule, professeur de paléontologie au Muséum, ayant été appelé à recueillir le squelette presque complet de la Chapelle-aux-Saints généreusement donné à notre grand Musée national par ses découvreurs, les abbés Bouyssonnie frères et Bardon (1908), en fit une étude très détaillée qui, appuyée sur de nombreux documents historiques et critiques, constitue une véritable monographie de cette espèce publiée dans les *Annales de paléontologie* (1).

Pour Boule, l'H. de Néanderthal réunit dans son squelette et dans son encéphale (d'après le moule intérieur de la cavité cranienne) la plupart des caractères pithécoïdes épars chez quelques hommes actuels, et plusieurs traits inférieurs inconnus chez ces derniers, ce qui diminuerait l'isolement de l'homme par rapport aux primates.

Dès 1924, j'ai fait remarquer (2) que certains traits de l'homme de la Chapelle-aux-Saints paraissent avoir été plus rapprochés par Boule de ceux des singes qu'ils ne le sont en réalité. Tels sont en particulier : 1° les caractères anatomiques du cerveau déduits de quelques empreintes de la face endocranienne, lesquelles, d'après Symington (1916), ne sont pas suffisantes pour légitimer les conclusions qui en ont été tirées; 2° l'attitude incomplètement dressée qu'il lui attribue, alors que l'ilion, développé sur le modèle de celui des hommes actuels, indique un membre absolument vertical, et que la rétroversion du plateau tibial ne peut être invoquée pour plier le membre puisqu'elle existe au même degré chez des hommes actuels à station parfaitement verticale.

Le principal caractère vraiment particulier à l'homme de Néanderthal, et qui le différencie bien des races actuelles, c'est la massivité et le caractère bestial de sa face en même temps que ses arcades orbitaires saillantes, en visière;

(1) Boule (M.), *l'Homme fossile de la Chapelle-aux-Saints. Annales de paléontologie*, t. VI, 1911; VII, 1912; VIII, 1913.

(2) *Membres et ceintures*, p. 643.

mais il ne faudrait peut-être pas exagérer l'importance de ces dispositions en présence d'un autre trait qui, allié à la station droite, a une très grande valeur, c'est à savoir la capacité cranienne. Non seulement le crâne de la Chapelle-aux-Saints était plus que le double de celui des anthropoïdes de taille correspondante, mais sa capacité (1 600 cmc. environ) égalait, d'après les mesures de Boule, celle de bien des crânes actuels et notamment de celui du célèbre paléontologiste américain Cope. Ce fait, joint au développement psychique de la race (l'homme de la Chapelle-aux-Saints paraît avoir été intentionnellement enseveli), diminue singulièrement le rapprochement avec les anthropoïdes. Boule le reconnait lui-même. L'homme de Néanderthal est déjà un homme (1), malgré l'infériorité morphologique de son cerveau, et nullement un préhomme... « Et si les naturalistes, abandonnant leurs méthodes générales, donnaient la prééminence aux caractères intellectuels pour classer les êtres, il n'y aurait pas lieu de le séparer spécifiquement des hommes actuels, tandis qu'on peut le faire par ses caractères physiques » (p. 460).

Des critiques encore plus décisives ont été longuement développées par Sergi (2). A propos des reliefs orbitaires dits « en visière », il fait remarquer que chez les anthropoïdes la paroi supérieure de l'orbite est formée par une partie de l'os frontal située en avant de la cavité cérébrale, qui ne s'étend pas sur l'orbite comme chez l'homme. Le relief saillant est, chez les singes, un épaississement du bord de l'orbite; entre lui et le frontal cérébral s'étend une dépression, la fosse rétro-orbitaire. Chez l'homme, le relief est en plein dans la paroi cérébrale antérieure. Ce

(1) Boule (M.), *les Hommes fossiles*. Paris, Masson, 1921. La phrase entre guillemets ne se trouve plus dans la seconde édition de ce livre (1923). Les développements qui vont suivre montreront sans peine que son élimination ne s'imposait pas.

(2) Sergi (G.), *loc. cit.*, p. 116.

rapprochement de deux parties séparées par toute la différence de l'extension du cerveau dans les deux types est encore un bel exemple de caractère nu.

De même les formes des arcades alvéolo-palatines humaines sont différentes de celles des anthropoïdes, elles sont plus larges et plus courtes, et montrent dans leurs variations des directions évolutives différentes de celles des anthropoïdes. Les formes arquées ou arciformes du groupe de Néanderthal correspondent parfaitement aux formes semblables modernes. Le menton de l'homme a une origine et une évolution distincte et séparée de celle des autres primates (p. 162).

Pour le pied humain, Sergi montre qu'il est en rapport avec la station verticale et que sa modification a dû se produire simultanément avec celles des membres inférieurs et supérieurs, du bassin, du thorax, de la colonne vertébrale et de la position de la tête. La position du trou occipital de l'H. de la Chapelle-aux-Saints n'indique pas du tout que la tête pendait en avant, comme le figure Boule, car elle rentre dans les variations qui se trouvent dans les races humaines actuelles (p. 167). L'apophyse mastoïde est, il est vrai, peu développée chez l'homme de la Chapelle-aux-Saints et manque chez les singes; on ne peut rien dire, ne sachant pas ce qu'elle était chez les autres néanderthaliens. Pour le cerveau, Sergi montre aussi une évolution particulière de celui de l'homme; en effet chez celui-ci les régions pariétale et occipitale, qui sont séparées chez les anthropoïdes par le sillon pariéto-occipital externe (ou scissure simienne), sont confondues, le *sulcus lunatus* ne pouvant pas répondre à cette scissure.

Pour mieux préciser encore les relations de l'H. de Néanderthal avec le groupe humain, Sergi rappelle qu'il offre d'étroites affinités avec le type Tasmano-australien, également archaïque bien que vivant; donc il doit comme lui être mis dans le groupe *H. sapiens*. C'est un rameau

éteint d'un tronc humain qui a, dans d'autres rameaux, des représentants vivants. Ce tronc (palæoanthropus) est africain d'origine et donne les rameaux suivants : Néanderthal, européen; Tasmano-australien, de l'Océan Pacifique et américain; Esquimau et Fuégien, purement américains.

Le Rhodésien (homme de Broken-Hill) est parallèle à l'H. de Néanderthal, mais non son progéniteur, tandis qu'il peut l'être des Tasmaniens, des Esquimaux et des Fuégiens. Les variations que Sergi voit dans les rameaux du type de Néanderthal, normalement dolichomorphe, c'est-à-dire la présence de brachimorphes à Krapina, chez les Maoris, dans certains crânes de la Floride, ne correspondent pas à une évolution, mais à une variation qui ne transforme pas. Cette manière de voir du savant italien est tout à fait en faveur de la différence que nous avons établie (p. 230) entre la diversification et l'évolution.

Le résultat de l'étude de Sergi sur la race de Néanderthal est que « c'était un rameau d'un tronc humain d'origine afro-européenne ou africaine seulement, qui avait *tous les caractères humains*, qui n'était pas isolé et avait des rameaux parallèles, affines, émigrés dans l'Océan Pacifique et les Amériques; qui s'est éteint précocement en Europe. Nulle évolution n'a fait sortir de lui un autre type humain, parce qu'il était déjà accompli dans ses caractères et parfaitement défini » (p. 202).

Voilà donc l'H. de Néanderthal rétabli complètement parmi les formes habituelles de la famille humaine, sans caractères transitionnels vers les anthropoïdes; ce n'est plus la forme intermédiaire que son antiquité relative faisait accepter comme telle, conformément au dogme transformiste. Ce l'est d'autant moins que l'on connaît des fossiles plus anciens que lui et qui avaient déjà les caractères des hommes actuels. Ce sont, entre autres, les débris de la Denise. Boule les avait écartés comme

incertains, mal datés. Depéret (1) a parfaitement déterminé leur âge qui est du pleistocène inférieur, bien antérieur par conséquent à celui des néanderthaliens. De plus, avec son élève et collaborateur, le docteur L. Mayet (2), il admet que ces fossiles appartenaient à l'espèce *H. sapiens*, se rapprochant des Australiens. Par conséquent tout concourt à établir que des hommes très semblables sinon identiques à ceux d'aujourd'hui, et sans caractères simiesques, vivaient dès le quaternaire inférieur, avant la race chez laquelle on a voulu trouver ces caractères, et qui, loin d'être une forme initiale, n'est qu'un rameau un peu particulier, mais néanmoins entièrement humain.

L'histoire des autres races humaines fossiles, quelque intéressante qu'elle puisse être, ne peut nous retenir ici. La seule chose que nous devons faire ressortir, parce qu'elle corrobore les idées soutenues dans cet ouvrage, c'est le caractère « achevé » du type humain dès qu'il apparaît pour la première fois.

Cette conclusion est aussi celle de Sergi qui souligne (p. 185) que « l'homme, bien que contenant dans ses structures quelques caractères communs avec les autres primates, a eu une évolution propre et séparée, surpassant énormément les autres primates dans ses formes et dans ses fonctions, parce qu'il est un rameau remarquable et séparé, et non un descendant d'aucun autre primate inférieur ». Pour employer le langage dont nous nous sommes servi à diverses reprises, nous dirons que l'homme a la même organisation que les primates, comme il a celle d'un mammifère, mais que sa forme, c'est-à-dire la détermination précise de cette organisation est abso-

(1) Depéret (Ch.), *Fouilles préhistoriques dans le gisement des hommes fossiles de la Denise.* Comptes rendus Acad. Sciences, Paris, 1er février 1926.

(2) Mayet (L.), *Examen anthropol. sommaire des hommes fossiles de la Denise.* Comptes rendus Acad. Sciences, Paris, 10 mai 1926; et *les Hommes fossiles de la Denise.* Comptes rendus Acad. Sciences, Paris, 12 juillet 1926.

lument propre et indépendante de toutes les autres déterminations faites dans l'ordre des primates ou dans la classe des mammifères.

Comme cette question a une importance capitale, nous insisterons encore un peu sur les différences foncières révélées par le squelette entre les anthropoïdes et l'homme, sur quelques interprétations fautives de prétendues transitions, enfin sur la nature psychique particulière de l'homme.

Caractéristiques propres de l'homme.

L'homme est un mammifère vertical. Cette attitude très particulière, qui n'a que des rapports très éloignés avec les différents cas de bipédie observés ailleurs, en fait un type indépendant et aussi isolé de ses prétendus voisins que les mammifères volants ou pisciformes le sont des mammifères ordinaires. Son tronc est vertical et disposé de telle manière que le point d'appui de la tête sur la colonne cervicale est sur l'axe vertical. Ce résultat est obtenu par les courbures de la colonne vertébrale, dont la première (courbure cervicale ou du cou) est convexe en avant, la seconde ou dorsale est concave dans le même sens, la troisième ou lombaire de nouveau convexe en avant, enfin la dernière ou sacro-coccygienne est fortement concave en avant. Ces courbures de la colonne ne se rencontrent pas que chez l'homme, mais ce qui est propre à ce dernier ce sont leurs proportions relatives, la mesure et la raison de chacune d'elles, c'est en un mot l'appropriation de cette forme à la verticalité. La dénomination identique des courbures chez d'autres mammifères ne répond à rien de réellement semblable. A cette disposition de la colonne s'ajoute le fait que le thorax est aplati d'avant en arrière.

L'arrangement des membres et des ceintures qui les

rattachent au tronc est aussi très particulier, pourvu que l'on fasse attention à l'ensemble, aux rapports réels de leurs parties, et non à quelques ressemblances superficielles. L'omoplate est appliquée contre la face postérieure du thorax et non sur les côtés de ce dernier comme chez les mammifères ordinaires et chez les anthropoïdes. Son épine est presque transversale ou horizontale et non fortement oblique comme chez ces derniers. La cavité articulaire qu'elle offre pour l'humérus regarde en dehors. Le bras est parallèle au plan vertical de symétrie comme chez les quadrupèdes, mais la tête articulaire de l'humérus est placée entièrement sur le bord interne de l'os, empiétant également sur ses faces antérieure et postérieure, contrairement à ce qui s'observe chez les anthropoïdes où cette tête est placée plutôt sur la face dorsale de manière à supporter l'omoplate, dont la cavité articulaire regarde en bas, et par suite le tronc comme dans les quadrupèdes. Le déplacement de l'omoplate et de l'humérus est un exemple saisissant des modifications corrélatives qui se produisent toujours dans les diverses parties des appareils lorsque quelques-unes sont changées.

Le bras de l'homme pend verticalement le long du corps, le pli du coude étant ouvert au maximum de manière que l'avant-bras est dans le prolongement du bras, fait impossible à réaliser chez les quadrupèdes et même chez les anthropoïdes dont l'avant-bras est toujours un peu fléchi sur le bras. Dans le bras pendant de l'homme, la main est en demi-pronation, c'est-à-dire le pouce en avant. Chez les grands singes elle est plus pronée, ayant le pouce en dedans et demeure ainsi, que le bras soit libre, ou qu'il s'appuie sur le sol. Dans ce cas il entre en contact avec ce dernier par la face dorsale de la main à demi-fermée et non par sa paume. En dehors de l'absence d'un os central du carpe chez l'homme, il n'y a pas d'autre différence entre sa

main et celle des grands singes que la grandeur de celle-ci et la courbure marquée de ses métacarpiens et de ses phalanges qui en font un véritable crochet enserrant les branches dans la vie arboricole.

Au membre postérieur les caractéristiques humaines sont encore plus frappantes. Le bassin est tout à fait particulier, les ilions se développent largement de manière à former les parois latérales du grand bassin et l'épine iliaque antérieure et supérieure atteint presque le plan frontal passant par le sternum, alors qu'elle en est très éloignée chez les anthropoïdes. Ce développement de la crête iliaque en avant est une des causes de la formation de la taille, rétrécissement qui manque chez tous les autres animaux. La courbure formée par la crête iliaque et le sacrum est partagée, par la verticale passant par la hanche, en deux moitiés égales, situées l'une en avant, l'autre en arrière du fémur. La symphyse pubienne est courte, les saillies formées par le pubis et l'ischion sont à égale distance de la verticale menée par l'articulation de la hanche, de manière à fournir au fémur, également vertical, des insertions pour les muscles de la jambe réparties à peu près également en avant et en arrière.

Le coccyx, abaissé jusqu'au niveau du bord inférieur de la symphyse, entraîne la formation d'un périnée transversal, tandis que placé très haut chez les anthropoïdes, il est accompagné d'un périnée oblique. Chez les anthropoïdes la symphyse pubienne est longue; dans l'attitude normale du fémur elle est placée en majeure partie en arrière de l'articulation de la hanche de manière à fournir des insertions postérieures pour les muscles de la cuisse.

Cette position du coccyx et du plan périnéal correspond à une différence profonde dans l'organisation des deux types, et l'absence de queue est liée chez l'homme à de tout autres conditions que chez les singes. Elle est en

effet en rapport chez lui avec la station verticale qui ne pourrait s'obtenir sans elle. Chez les cercopithèques la présence de la queue s'explique par leur quadrupédie. Ces animaux, lorsqu'ils sautent, s'élancent le tronc horizontal ou à peu près, comme les quadrupèdes, leur queue, étendue dans le même sens, leur sert en quelque sorte de gouvernail. Les grands anthropoïdes, trop lourds, ne font pas des sauts aussi étendus; les gibbons, dont le bassin est fait comme le leur, ne sautent point comme les cercopithèques, ils se balancent à l'aide de leurs grands bras, puis s'élancent, le corps vertical, et se reçoivent également par leurs bras avec une adresse surprenante. Chez eux, comme chez les anthropoïdes, la situation très élevée du coccyx et l'obliquité du plan périnéal sont en rapport avec l'allongement en arrière des ischions et la longueur de la symphyse pelvienne, qui gêneraient considérablement la génération si le coccyx était abaissé comme chez l'homme (1). Prendre l'absence de queue comme un caractère commun aux anthropoïdes et à l'homme, c'est oublier les différences de structure qui se cachent sous cette ressemblance apparente, c'est méconnaître absolument à quelles conditions différentes l'anatomie répond dans chacun des deux types.

La cuisse et la jambe sont verticales chez l'homme, au lieu de former un angle maintenu dans une ouverture moyenne par le jeu des muscles, comme chez les autres mammifères; aussi les muscles qui vont du bassin à la jambe chez l'homme ont-ils leur insertion très près du genou et ne descendent-ils jamais le long de la jambe comme ils le font chez les anthropoïdes. Chez ces derniers le genou est toujours plié, même lorsqu'ils paraissent marcher verticalement, ce qu'ils ne peuvent faire sans

(1) Pour plus de détails voy. *Membres et ceintures*, p. 253-257 et 263-265.

l'aide d'un soutien quelconque, bâton ou appui fourni par la main de leur montreur. L'arrangement vertical de la jambe de l'homme est en rapport si étroit avec toute la structure du bassin que l'on doit accueillir avec scepticisme les reconstructions dans lesquelles l'homme de Néanderthal est représenté avec les jambes un peu fléchies. Les réflexions de Sergi et celles qui sont rapportées ci-dessus laissent voir que cette représentation n'est qu'une concession plus ou moins consciente à l'idée que l'H. de Néanderthal devait être nécessairement intermédiaire entre les anthropoïdes et les hommes actuels.

Le pied de l'homme est aussi très particulier par la grandeur de son calcanéum et la puissance de son gros orteil, qui est son rayon fonctionnel principal. Le pied présente deux courbures, longitudinale et transversale, et repose sur le sol par trois points : en arrière la tubérosité du calcanéum, en avant et en dedans la tête du premier métacarpien, en avant et en dehors celle du cinquième. Ces trois points forment les trois piliers de cette double voûte dont l'existence est absolument indispensable à un bon fonctionnement du pied. Chez les anthropoïdes le pied est comme renversé en dehors et s'appuie sur le sol par son bord externe seulement, le bord interne ne s'y appliquant que par l'extrémité du gros orteil. Le pied forme une véritable tenaille dont la branche interne est formée par le gros orteil, tandis que l'autre est constituée par les autres doigts, dont le quatrième est généralement le plus fort et le plus long. En un mot il y a opposition absolue entre l'attitude et la locomotion de l'homme et celles des singes ; ces êtres constituent deux machines motrices différentes construites à l'aide de matériaux de même nombre, disposés dans le même ordre, mais dont chacun a été modifié dans sa grandeur, sa forme et ses proportions, conformément à la fonction de l'ensemble.

L'étude du système nerveux a montré que l'attitude

verticale de l'homme et les conditions qu'elle exige pour sa réalisation ont eu un retentissement considérable sur la structure des hémisphères qui, bien qu'établie sur le même plan général que celle des autres mammifères, et des singes en particulier, comprend cependant des éléments nouveaux par migration frontale de parties des voies sensorielles de la VIII[e] paire qui, plus exclusivement bulbaires chez les mammifères, prennent à la constitution des hémisphères une part importante, comme on le voit notamment pour les centres de l'équilibration.

En terminant il convient de signaler une cause d'erreur dans l'appréciation des rapprochements ou des différences entre les êtres comparés entre eux, et qui est très frappante dans certains dessins du mémoire de Boule, en particulier dans ceux de la colonne cervicale et du pied.

Le premier représente côte à côte les colonnes cervicales d'un chimpanzé, de l'H. de la Chapelle-aux-Saints et d'un H. actuel (1). La colonne de l'H. de la Chapelle semble intermédiaire aux deux autres pour la grandeur et l'obliquité des apophyses épineuses. Mais si l'on regarde de près on voit que, tandis que celles du chimpanzé et de l'homme actuel reposent sur une même ligne horizontale par la face inférieure du corps vertébral, celle de la Chapelle est un peu oblique sur cette ligne, avec laquelle la face inférieure du corps vertébral fait un angle d'au moins trois degrés. L'obliquité de ses apophyses épineuses est diminuée par là même, et le contour de la figure se rapproche de celui du chimpanzé. D'autre part comme les corps vertébraux du chimpanzé sont beaucoup moins épais que ceux des hommes, tandis que ses apophyses épineuses, déjà plus longues en réalité, le sont encore bien plus relativement aux corps vertébraux, il est clair qu'il y a là une différence

(1) Boule (M.), *les Hommes fossiles*, 2[e] édit., fig. 140, p. 216.

profonde qui s'explique facilement lorsqu'on examine les choses sur le squelette entier, monté dans sa position naturelle. La tête du chimpanzé en effet n'est pas au sommet du tronc vertical, mais elle pend en avant de ce dernier, oblique, et les grandes apophyses épineuses sont si développées parce qu'elles donnent attache aux muscles chargés de la soutenir dans cette position. En un mot des différences réelles importantes disparaissent en partie sur les pièces isolées et disposées comme elles l'ont été dans le dessin. Mais il est bien évident que des rapprochements obtenus par de tels moyens n'ont aucune signification et que les transitions qu'ils prétendaient révéler sont inexistantes.

Une autre figure du même ouvrage (1) représente la partie inférieure de la jambe et le pied, vus par derrière chez le chimpanzé, l'H. de la Ferrassie et l'H. actuel, avec des lignes ponctuées pour marquer l'axe de l'appui du talon. Celle de l'H. de la Ferrassie, quoique beaucoup plus voisine de celle de l'H. actuel, est cependant un peu inclinée dans le même sens que celle du singe, et par conséquent intermédiaire entre les deux. Mais, pour avoir cette direction, il a fallu dresser la jambe du chimpanzé perpendiculairement au sol, comme celle des hommes, alors qu'elle est en réalité oblique de bas en haut et de dedans en dehors. Le rapprochement apparent résulte donc ici encore de la position vicieuse donnée aux parties. Ces erreurs involontaires, dues sans doute au dessinateur copiant les pièces détachées, et non à l'auteur lui-même, montrent combien tant de transitions affirmées sur une conviction transformiste profonde résistent mal à un examen critique impartial.

Il ressort suffisamment de tout ceci que le type humain constitue bien, au point de vue purement somatique, une forme très particulière et très indépendante dans l'en-

(1) Boule (M.), *les Hommes fossiles*, 2e édit., fig. 150, p. 225.

semble des mammifères. Si l'on envisage ses fonctions psychiques, sa nature tout à fait spéciale ne peut plus faire de doute. On a vu plus haut la définition de Blumenbach; le rejet des deux premiers caractères : *rationale*, *loquens*, n'a certes pas été un progrès et n'a aucunement contribué à nous faire mieux connaitre l'homme. Cette mutilation du sujet est une erreur profonde qui a multiplié les confusions dans une matière qui réclamait tant de méthode et de prudence. A-t-on le droit d'écarter les caractères psychiques? Cuvier sans doute l'a fait, mais il y était forcé. Lorsqu'il entreprit l'étude du règne animal, les données sur beaucoup d'animaux exotiques ou peu connus étaient encombrées de légendes et de fables. Il s'en débarrassa d'un seul coup en posant pour règle de ne s'adresser, pour classer un animal, qu'à des caractères de conformation, parce qu'ils sont toujours présents, et qu'ils sont les seuls, dans la grande majorité des cas, qu'un naturaliste, travaillant dans son laboratoire ou dans un musée, puisse observer. Mais actuellement cette méthode est absolument insuffisante et l'on ne peut prétendre connaître un animal dont on ignore entièrement le comportement et les mœurs. Une pareille lacune est encore plus inadmissible lorsqu'il s'agit d'un être comme l'homme dont le psychisme constitue la plus grande force et lui a permis de se soumettre non seulement le monde vivant mais les forces de la nature.

Sans doute beaucoup de naturalistes et de philosophes s'efforcent de trouver entre les fonctions psychiques de l'homme et celles des animaux des transitions insensibles et de ne voir dans les premières que le degré suprême des autres. Mais cela n'est point prouvé, au contraire, et Buytendijk dans son livre récent (1) conclut que « l'homme ou l'enfant n'est pas un animal supérieur qui posséde-

(1) Buytendijk (F.), *Psychologie des animaux*. Trad. franç. Payet, Paris, 1928, p. 275.

rait encore quelque chose, mais un être totalement différent, avec une organisation centrale toute différente, quoique certaines parties de cette unité se retrouvent également chez l'animal, mais reliées de façons différentes ».

La raison, le pouvoir de réfléchir, d'abstraire et de généraliser, de concevoir, au moins obscurément, les idées de cause et de fin, sont des facultés de l'homme qui paraissent contemporaines de son apparition, car sa forme propre est corrélative avec elles et ne s'expliquerait pas en dehors de leur concours. Sans généralisation aucun langage véritable, aucune vie sociale n'auraient été possibles, car le langage interjectif des animaux supérieurs n'aurait pu suffire à l'homme si mal armé physiquement. Sans l'idée de cause et de fin aucun outil n'aurait pu être inventé, et que seraient devenus nos ancètres sans la hache de silex? Les corrélations sur lesquelles nous avons tant insisté se manifestent ici clairement entre la vie psychique et l'organisation matérielle. Elles se présentent avec le caractère habituel des corrélations, c'est-à-dire un certain degré minimum d'organisation devant être acquis d'emblée pour permettre l'existence même de leur possesseur. L'immensité du progrès accompli chez l'homme depuis le pleistocène inférieur ne doit pas faire illusion et induire à penser qu'il s'est introduit dans sa nature quelque chose de nouveau depuis cette époque. Pas plus que son corps ne s'est enrichi de parties nouvelles, son esprit n'a acquis des facultés différentes. Les plus brillantes inventions modernes comme les spéculations les plus élevées des penseurs reposent sur le même fonds de facultés mentales qui dirigèrent déjà l'homme de Néanderthal, mais elles partent de conquêtes déjà faites qu'elles n'ont plus qu'à perfectionner et à enrichir.

Le contraste si frappant entre la faiblesse de l'organisation matérielle de l'homme et l'étendue de ses con-

quêtes fait pleinement ressortir l'opposition qui existe entre les animaux et lui. Les vertébrés, ces seigneurs du monde vivant, comme on les a appelés, dominent ce dernier par leur force, par la complication de leur organisation qui leur a ouvert pour ainsi dire tous les genres de vie possibles. Dans leur succession paléontologique un progrès indubitable des fonctions a été réalisé tour à tour par les amphibiens (fin de l'époque primaire), les reptiles (secondaire), les mammifères (tertiaire), et dans chacune de ces classes, ce progrès s'est manifesté par la multiplicité des types formels adaptés à toutes les fonctions spéciales qui peuvent s'exercer à la surface du globe, à toutes les places qui peuvent être occupées. Mais tous ces êtres ne dominent que les autres vivants dont ils font leur proie.

L'homme arrive le dernier avec un type formel particulier, unique, plus faible physiquement que la plupart des autres, sans armes propres faisant partie de son corps, inadaptable en quelque sorte, car il reste aussi bien nu dans les glaces arctiques que sous l'équateur, et il affirme cependant dès ses débuts son incontestable supériorité, se taille une place à côté du lion et de l'ours des cavernes, du mammouth, parce qu'il s'aide d'outils appropriés, la hache de silex, l'épieu durci au feu, la pointe de flèche. Bientôt il ne se contente pas de vivre de prédation comme l'ont fait les autres mammifères, il domestique les animaux, cultive les plantes. Sans connaître l'anatomie et la physiologie des appareils de la génération il s'aperçoit bien vite qu'en châtrant les mâles indomptables et batailleurs il pourra s'en faire des auxiliaires paisibles et soumis; il se crée des troupeaux et du même coup des loisirs grâce auxquels il pourra développer ses réflexions et ses inventions. Il sait extraire et travailler certains métaux; il s'empare de la force du vent ou de celle des eaux pour pousser ses bateaux ou moudre ses grains, et prélude ainsi à cet asservissement

de la nature entière, totalement inconnu avant lui. Pense-t-on, en réfléchissant à tout cela, qu'il n'y a pas dans ce type formel spécial et indépendant quelque chose de nouveau et d'encore inconnu?

L'idée tyrannique d'évolution fait croire à tort qu'il avait fallu à chacune de ces conquêtes un commencement très simple et très humble, une remarque de hasard, un développement progressif dont chaque étape serait indispensable. C'est une erreur. Que des remarques apparemment dues au hasard soient à la base de bien des inventions humaines, c'est incontestable, mais il fallait encore qu'il y eût remarque et celle-ci exige nécessairement l'intervention de la raison, qui fait partie de la nature humaine dès que l'homme se présente à l'observation.

Chez l'homme les fonctions mentales font l'objet d'un double développement, le développement individuel et le développement social qui se mélangent et se complètent régulièrement mais qu'il faut bien distinguer pour éviter les erreurs. Le développement individuel est évident et nécessaire. Il repose sur l'accumulation par le sujet des données fournies par ses sens, données soit personnelles, c'est-à-dire recueillies et interprétées directement par lui soit extérieures et reçues tout élaborées de son milieu social. Ce développement est et demeure individuel quelque poussé qu'il soit. Un homme qui travaille intellectuellement toute sa vie se développe sans cesse, mais ses enfants seront obligés, comme il l'a été lui-même, de recommencer tout ce travail. Ils ne viendront pas au monde en sachant les langues étrangères ou les mathématiques, quelque éminent qu'il ait été dans ces deux disciplines. C'est que ce développement ne suppose point l'acquisition d'organes ou de parties nouvelles transmissibles par l'hérédité. Il se fait sur le fonds psychique commun à tous les hommes, et dont les différences incontestables tiennent à une foule de circonstances ou de conditions secondaires, organiques, psychiques

ou sociales qui ne touchent en rien à sa propre nature.

Le développement social n'est pas moins évident et laisse mieux voir encore l'absence de toute transmission organique quelconque, car il n'est plus individuel et concret mais général et diffus. Il repose sur les acquisitions accumulées qui se transmettent d'homme à homme, de génération à génération, grâce au langage et à l'écriture, et qui permettent à chacun de partir d'un échelon plus élevé, de s'appuyer sur des réalisations déjà très belles auxquelles il suffira d'ajouter peu de chose pour en faire de plus belles encore. C'est ce progrès historique, si visible dans tous les domaines, qui fait souvent illusion en faveur de l'évolution considérée comme loi essentielle de la nature. En réalité cette évolution-là n'a rien à faire avec l'évolution transformiste qui s'appuie constamment sur des formes concrètes légèrement changées, et il importe de les bien distinguer toutes les deux. Le grand nombre des conditions organiques ou psychiques individuelles et des conditions sociales qui président à l'évolution mentale des individus et des sociétés, permet de comprendre les différences que celle-ci peut présenter et d'expliquer comme régression des états inférieurs de certaines races actuelles, états considérés à tort comme primitifs.

Autres conceptions du groupe humain ; polygénisme et monogénisme.

D'autres naturalistes ont une conception toute différente et mêlent intimement primates et hommes.

Pour Klaatsch la souche commune de l'homme et des anthropoïdes doit être cherchée dans un groupe de primates encore peu différenciés et ayant vécu dans une région leur permettant de gagner l'Europe, l'Asie et l'Afrique. Ce groupe a eu de nombreux descendants

parmi lesquels on peut distinguer au moins quatre rameaux :

1° Le rameau australoïde, l'un des plus précoces, n'a pas fourni de formes anthropoïdes et a donné naissance exclusivement aux Australiens, aux Tasmaniens et à quelques races voisines ;

2° Le rameau gibbonoïde, qui a donné parmi les singes les gibbons et le célèbre pithécanthrope de Java, forme humaine avortée ou insuffisamment différenciée dans le sens humain ;

3° Le rameau néanderthalo-gorilloïde, complexe, dont certaines branches se seraient humanisées et auraient engendré l'homme de Néanderthal, tandis que d'autres auraient donné le gorille. D'autres rameaux encore auraient fourni, comme forme simienne le chimpanzé, comme hommes les Négrilles et les Noirs africains ;

4° Le rameau aurignaco-orangoïde, auquel se rattachent l'orang d'une part, l'homme fossile d'Aurignac de l'autre. Celui-ci s'unissant aux descendants de l'homme de Néanderthal vaincu par lui, aurait engendré les hommes de Cro-Magnon.

Avec Sera nous avons une autre interprétation. Pour lui l'ordre des primates (diminué des lémuriens qui n'en font pas partie) se compose de six rameaux indépendants dont chacun fournit des formes ayant évolué les unes vers les platyrrhiniens, les autres vers les catarrhiniens, d'autres vers le type anthropoïde ou vers le type humain.

Le premier, réalisé chez l'ouistiti, caractérisé par une face peu saillante, un nez assez plat, un rudiment de repli semi-lunaire à l'angle interne de l'œil, est représenté chez l'homme par les Polynésiens ; pas de forme anthropoïde.

Le second, voisin du précédent, à face moins proéminente, nez plus aplati, repli semi-lunaire présent, est réalisé chez les Mongols, et comprend comme forme anthropoïde l'orang.

Le troisième, très différent, face saillante, nez plus étroit, se trouve chez les Caucasiens et les Persans. Pas de forme anthropoïde.

Le quatrième, face un peu moins proéminente, nez plus effilé, comprend l'homme européen; comme anthropoïde fossile, le *Dryopithecus*.

Le cinquième, face beaucoup plus saillante, véritablement prognathe, correspond aux Noirs et comprend en outre le chimpanzé et la plupart des gibbons.

Le sixième, très différent, réduction de la face, indépendance relative du plafond de l'orbite et de la cavité cranienne, aplatissement des os nasaux, se trouve chez es Boschimans et les Andamans, chez le gorille et le gibbon syndactyle.

Le premier aurait donné naissance aux quatre suivants, le sixième serait tout à fait indépendant et se serait différencié de bonne heure aux dépens des ancêtres des primates.

Les contradictions ne manquent pas entre ces deux tableaux. Klaatsch ne parle pas des platyrrhiniens, contrairement à Sera. Il rapproche l'orang de l'homme d'Aurignac et non des Mongols. Enfin il réunit tous les gibbons en un rameau unique alors que l'auteur italien les répartit entre ses cinquième et sixième rameaux. On peut aussi reprocher à ce dernier de séparer des êtres aussi voisins que les Caucasiens et les Persans d'une part et les Européens de l'autre. On peut enfin se demander si son quatrième rameau, renfermant ces derniers et le dryopithèque, est bien correctement formé, car son unité paraît bien artificielle (1).

(1) Voir une critique très serrée de ces conceptions dans l'intéressant article de H. Vallois (« *Y a-t-il plusieurs souches humaines?* » *Revue générale des Sciences*, avril 1927). Je n'ai pas rapporté ici les conceptions de Sergi, examinées dans cet article, parce que l'opinion de ce savant est absolument opposée à celle des deux autres, et que son dernier livre renferme les éléments de groupements un peu différents de ceux donnés dans l'article cité.

Cette dispersion des formes contenues dans l'ordre des primates et ces groupements hybrides d'anthropoïdes et d'hommes montrent que ces auteurs n'ont pas compris la nature des êtres qu'ils prétendaient classer. Comprendre, c'est se faire une idée, d'après les traits essentiels qui déterminent l'objet que nous voulons connaître, et non pas d'après des traits secondaires, de signification incertaine ou sans rapport direct avec la nature de cet objet. Les idées que nous pouvons avoir d'un anthropoïde ou d'un homme ne dépendent pas de l'aplatissement des os de leur nez ou de la présence d'un repli semi-lunaire à l'angle interne de leur œil. Oublieux de la règle si sage ordonnant de peser et non de compter les caractères, de les subordonner suivant leur valeur, les auteurs que nous critiquons ne voient plus les ensembles, méconnaissent la véritable nature des êtres dont ils parlent et n'aperçoivent en eux que des amas confus de caractères, d'ailleurs parfaitement incompris. Dans une question exigeant les appréciations les plus judicieuses, ils décident par une statistique basée sur des faits hétéroclites dont ils ne connaissent même pas la signification, comme on l'a vu à propos de certains indices ostéologiques (p. 88).

Les vues de Sera et de Klaatsch nous ramènent à une question qui a joué un grand rôle dans l'histoire naturelle de l'homme, celle du polygénisme et du monogénisme. Le polygénisme est la doctrine qui admet l'existence de plusieurs espèces d'hommes, génétiquement indépendantes les unes des autres. Chose curieuse, cette conception a été soutenue surtout par des transformistes, ce qui semble une gageure. Il est vrai, remarque de Quatrefages (1), qu'elle était avant tout dirigée contre l'opinion traditionnelle, d'origine religieuse, qui faisait naître tous les hommes d'un seul couple primitif.

(1) Quatrefages (A. de), *l'Espèce humaine*, 2e édit., Paris, 1877, p. 22.

La paléontologie conduisant à admettre à l'origine des groupes une foule de rameaux parallèles et distincts, s'unissant plus ou moins clairement entre eux à leur base, a renforcé et renouvelé le polygénisme ancien, qui s'appelle maintenant polyphylétisme. Toutefois il importe de retenir que si le polyphylétisme s'accorde très bien avec le transformisme comme le montrent les données de Klaatsch et de Sera, il n'entraîne pas forcément l'adhésion à cette doctrine. Sergi, polygéniste décidé, admet qu'à l'origine d'un type, on ne trouve pas, comme le pensent les transformistes, un seul ou plusieurs couples semblables se différenciant lentement et progressivement dans plusieurs directions, mais une véritable nichée d'individus déjà un peu dissemblables, qui deviendront la souche d'autant de rameaux parallèles, distincts par conséquent dès leur début. Les types sont pour lui toujours parfaitement séparés les uns des autres et les variations plus ou moins nombreuses qu'ils peuvent comporter ne sortent pas de leurs propres limites pour conduire à un autre type.

Le monogénisme est la doctrine opposée au polygénisme. Il a été affirmé avec beaucoup de force, dans le cas de l'espèce humaine, par de Quatrefages qui a rassemblé beaucoup de faits en sa faveur. Récemment H. Vallois est revenu sur cette question et conclut aussi en faveur du monogénisme du groupe humain. Pour lui les travaux de Klaatsch et de Sera, comme le polygénisme de Sergi prouvent simplement la pluralité des espèces humaines, mais pas la pluralité des souches. En effet l'étude comparative des caractères différentiels des races humaines et des anthropoïdes conduit aux résultats suivants : 1° elle ne fait constater aucun rapprochement net entre certaines races et certains anthropoïdes; 2° elle montre qu'un grand nombre de caractères typiques des genres d'anthropoïdes font défaut chez toutes les races humaines quelles qu'elles soient, et inversement que les grands

caractères distinctifs des diverses races humaines font défaut chez tous les anthropoïdes quels qu'ils soient; 3e enfin elle montre que les représentants actuels du genre *Homo* constituent un groupe dont l'homogénéité structurale est au moins aussi forte que celle d'un quelconque genre d'anthropoïde. L'anatomie comparée confirme donc la séparation des hommes et des anthropoïdes en deux groupes différents qui ne s'interpénètrent pas. De là découle naturellement la conception de l'origine monogénique ou monophylétique du groupe humain (1).

Les termes monogénisme et polygénisme sont devenus à peu près synonymes de monophylétisme et de polyphylétisme qui répondent aux deux principales conceptions du transformisme touchant l'origine des êtres vivants, aux dépens soit d'une seule, soit de plusieurs souches. Mais leur signification initiale étant réservée au groupe humain seulement, il vaut mieux, pour éviter des confusions, leur conserver leur sens primitif.

La place de l'homme dans la classification.

Les caractères propres de l'homme, la place privilégiée qu'il occupe dans la nature, et son développement à la fin des temps géologiques font de lui un type à part à qui l'on a donné les valeurs systématiques les plus différentes : règne, ordre, famille, genre, espèce.

E.-R.-A. Serres, Is. Geoffroy Saint-Hilaire, de Quatrefages, d'autres encore, ont considéré le groupe humain comme équivalent à un règne, à cause de ses caractères psychiques. Mais cette conception n'est guère en faveur

(1) VALLOIS (Henri-V.), *les Preuves anatomiques de l'origine monophylétique de l'homme. L'anthropologie,* vol. XXXIX, fasc. 1 et 2, 1929. On voit que les conceptions de l'anatomiste de Toulouse concordent plutôt avec celles de Sergi et avec les nôtres, bien que Vallois ne sépare pas aussi largement l'homme des singes que nous le faisons.

aujourd'hui. Ce n'est pas au moment où l'on confond à leur origine les règnes végétal et animal qu'on est disposé à découper dans ce dernier une subdivision de valeur équivalente pour y mettre les hommes. Cela importe peu du reste. Nous ne sommes plus à l'époque où l'on recherchait les divisions bien symétriques, les parallèles rigoureusement mesurés, pour former les cadres du monde vivant. L'essentiel est de saisir l'opposition qui existe entre les animaux et l'homme. L'examen des diverses places données à ce dernier dans les catégories systématiques montrera les difficultés insurmontables de ce problème, affirmant ainsi de plus en plus le caractère exceptionnel de l'être pour qui il s'est posé.

L'homme peut-il être regardé comme formant une classe? Non, si l'on suit la règle de la formation des groupes de ce rang chez les vertébrés, car il ne présente point une organisation différente de celle des mammifères. Malgré le poids et l'augmentation de volume de son cerveau, celui-ci possède la même constitution fondamentale que chez les autres mammifères. Il n'y a donc pas lieu de faire la classe « hommes ». Mais si l'on envisage le moment de son apparition et sa manière d'être il se comporte comme une classe. Il succède en effet aux mammifères comme ceux-ci ont succédé aux reptiles, qui avaient eux-mêmes remplacé les amphibiens. Et comme cela s'est produit à chacun de ces renouvellements de la faune vertébrée, au cours desquels la classe nouvelle s'est substituée à l'ancienne dont il n'est resté que des représentants faibles et amoindris, de même l'homme s'est pour ainsi dire substitué aux mammifères dont il ne laisse vivre que ceux qu'il a réduits à son service ou qui ne le gênent pas. Par là le groupe humain s'égale à une classe, en tant que groupe caractérisant une époque géologique déterminée et constituant la forme animale dominante du moment, grâce à un caractère nouveau, sa supériorité psychique, seule capable de lui assurer le rang qu'il occupe.

Cuvier et les auteurs de son temps considéraient les bimanes comme un ordre. Cette opinion est très justifiée zoologiquement, car la station debout comporte une anatomie aussi spéciale, aussi harmonieusement ordonnée dans toutes ses parties que la vie aérienne ou la vie aquatique pour les ordres des chiroptères et des cétacés. Mais l'impossibilité de faire rentrer exactement l'ordre « bimane » dans les cadres ordinaires et d'habitude suffisants de la systématique, éclate encore ici à cause de ses caractères psychiques. Peut-on mettre seulement au rang d'un ordre de mammifères, l'être qui est si supérieur à tout le monde animé?

D'ailleurs, contrairement aux ordres, le groupe humain est constitué d'individus si uniformes qu'il est impossible de le subdiviser en sous-ordres et en familles. Il forme un seul genre et une seule espèce, bien que ces mots aient, lorsqu'ils lui sont appliqués, une valeur un peu différente de leur signification habituelle.

En effet l'espèce humaine comporte un grand nombre de races, dont certaines diffèrent entre elles par des caractères peut-être équivalents à ceux de certains genres. Mais comme elles sont interfécondes sans limites il est impossible d'en faire des espèces et à plus forte raison encore des genres. Les anthropologistes ont signalé une infinité de caractères qui semblent justifier la formation de groupes tels que genres, tribus, familles, mais ces groupes ne correspondent aucunement à leurs homonymes de la systématique ordinaire. Les familles naturelles des chiens, des ours, des chats, etc., répondent à des groupes vraiment distincts, dont la forme et le comportement sont bien différents. La forme des hommes est toujours la même, et ne présente pas de variations adaptatives comparables à celles que l'on trouve dans les autres groupes. On a prétendu que le pied humain présentait des modifications plus considérables que les autres puisqu'il pouvait devenir préhensile. Mais il ne faut pas se

payer de mots, et cette adaptation se fait sans entraîner de modifications dans la conformation extérieure et les proportions des os du pied, en particulier du calcanéum et de l'astragale. Elle n'empêche pas le gros orteil de rester le principal rayon fonctionnel du pied, contrairement à ce qu'il est chez les singes; il ne faut donc pas abuser de cette fonction nouvelle pour faire croire à une adaptation morphologique importante, alors qu'elle s'obtient simplement avec un peu plus de laxité dans les articulations du premier orteil et quelques mouvements particuliers. De même la peau de l'homme ne se couvre jamais d'une toison même sous les climats les plus rudes. Ses ongles plats ne se sont jamais épaissis et recourbés latéralement pour passer à des griffes qui auraient pu cependant être utiles dans certaines circonstances. En un mot, en dehors de quelques adaptations comme la formation d'une facette au fémur amenée chez quelques races par l'habitude de s'asseoir sur les talons, les changements que l'on peut observer chez l'homme sont bien faibles en regard de ceux qui distinguent un ours d'un chien ou d'un chat, ou de ceux que l'on observe dans tant de groupes.

Cette faible adaptabilité physique est évidemment en rapport avec la nature psychique de l'homme qui lui a fait trouver partout, autour de lui, les armes, les outils, les vêtements ou l'habitation dont il avait besoin. Peut-être trouverait-on dans son cerveau certaines adaptations en rapport avec l'habitat et le comportement des races, c'est possible, en tout cas elles ne font pas de lui une forme distincte comme le font les adaptations familiales des mammifères dont il vient d'être question.

Les essais de systématisation des races humaines et leurs groupements naturels ne doivent pas pour cela être condamnés. Au contraire ils sont indispensables et donnent des renseignements très précieux sur l'histoire et sur la genèse de l'humanité, mais il ne faut pas accorder aux

catégories qu'ils dressent la même signification et la même valeur qu'à celles de la systématique ordinaire portant les mêmes noms.

Un des aspects les plus remarquables du genre humain, c'est la multiplicité des variétés qu'il présente, mais sous cette multiplicité se cache une spécificité commune incontestable, d'où l'impossibilité d'élever ces variétés au rang d'espèces ou de genres. Cet échec s'explique par les caractères propres du groupe humain que nous nous sommes efforcé de faire ressortir. Ses caractères physiques (station debout) et psychiques (généralisation, langage, raison), à cause même de leur spécialisation, lui interdisaient la diversité des autres formes, mais en même temps le développement historique, les migrations, la séparation des descendants d'une même famille, la diversité des climats et des mœurs multipliaient les différences et conduisaient à l'état actuel, sans rompre toutefois le lien très fort de l'interfécondité.

Dans le système de la nature la forme humaine est évidemment à part, et il ne faut pas que l'emploi, pour caractériser ses variétés, des termes systématiques usités pour les autres groupes fasse illusion. Sa nature très spéciale s'affirme encore dans ce fait que cette espèce se comporte, dans sa distribution géographique, comme un groupe systématique bien supérieur, s'étant répandue sous tous les climats et sous toutes les latitudes, sans se modifier assez pour donner de vraies formes nouvelles. C'est là ce que de Quatrefages appelait le cosmopolitisme de l'espèce humaine. Ce cosmopolitisme ne s'observe, chez des êtres complexes, que dans des groupes aussi larges que l'ordre, dont les diverses subdivisions (familles, genres, espèces) peuvent être disséminées partout à cause même de leurs différences. On ne le rencontre pas chez une même espèce dont les représentants sont trop semblables, malgré leurs variétés, pour pouvoir exister dans des conditions si différentes. Lorsque j'ai rappelé ce ca-

ractère si particulier de l'homme (1), on m'a opposé le cosmopolitisme des microbes et de certains animaux inférieurs, et l'on a même invoqué les migrations de certaines espèces d'oiseaux comme preuve de leur cosmopolitisme. Ces objections n'ont aucune valeur. Que des êtres aussi simples que des microbes ou des protozoaires puissent être répandus sur tout le globe, cela n'a rien d'étonnant. Mais il reste vrai que, dans les êtres de la valeur des vertébrés, aucune espèce ne présente le cosmopolitisme de l'homme. Les espèces d'oiseaux qui vont de la zone arctique au Cap de Bonne-Espérance et traversent divers climats où elles peuvent séjourner plus ou moins longtemps ne sont pas uniformément répandues dans le même temps à la surface du globe. Elles ne sont pas formées de races diverses, vivant simultanément dans les glaces arctiques, dans les déserts brûlants, dans la forêt équatoriale, et dans les îles les plus écartées; leur cosmopolitisme n'est que successif, et d'ailleurs il ne mérite pas ce nom, car il est toujours limité à certaines surfaces terrestres, parfois très vastes, il est vrai, mais ne s'étendant pas sur les deux hémisphères (2).

Le cosmopolitisme de l'homme lui est donc très particulier. Il s'ajoute aux caractères physiques, systématiques, psychiques, qui lui sont propres, pour lui donner un rang à part dans l'ensemble des êtres vivants.

(1) *Membres et ceintures*, p. 644.
(2) Voyez Emm. de Martonne, *Géographie physique*, t. III; *Biogéographie*, par A. Chevalier et L. Cuénot. Paris, 1927, fig. 485, p. 1386.

CHAPITRE X

LA VIE ET LES ÊTRES VIVANTS

Les questions soulevées dans ce chapitre sont délicates et controversées. Les solutions proposées n'ont pas la prétention d'être entièrement adéquates, mais leur examen nous semble cependant préférable à leur omission.

Et d'abord, qu'est-ce que la vie? Les définitions n'en manquent pas, mais aucune n'a conquis tous les suffrages, et depuis Cl. Bernard, les physiologistes, voyant l'impossibilité de caractériser la vie par un trait exclusif, renoncent à la définir.

Nous rappellerons cependant, comme point de départ, quelques définitions. Pour Cuvier « la vie est la faculté qu'ont certaines combinaisons corporelles de durer pendant un temps et sous une forme déterminés, en altérant sans cesse, dans leur composition, une partie des substances environnantes et en rendant aux éléments des portions de leur propre substance. *La vie est donc un tourbillon dans lequel la forme est plus importante que la matière* » (1). Cette définition contient à la fois l'idée du changement matériel incessant qui permet les fonctions de la vie et celle de la forme qui persiste. A ce titre c'est une des meilleures qui aient été données. Vers la même époque, dans une phrase d'une concision admirable, Royer-Collard mettait en lumière ces deux traits essentiels de la vie : « Vivre c'est en même temps demeurer et

(1) Cuvier (G.), *Règne animal*, 1917. Paris, t. I, p. 13.

changer sans cesse », définition à retenir à une époque où la vie devient, sous la plume de tant d'écrivains, quelque chose d'insaisissable et de fluent, en voie de ransformation continuelle. Les chapitres précédents ont montré à différentes reprises que ces transformations incessantes étaient beaucoup moins profondes qu'il ne paraît, et portent tout au plus sur les caractères les plus superficiels des êtres vivants. Les types d'organisation, sur lesquels ces êtres sont nécessairement construits, sont au contraire en petit nombre et présentent une grande stabilité.

La célèbre définition de Bichat, « la vie est l'ensemble des fonctions qui résistent à la mort », est moins heureuse. Qu'est-ce en effet que la mort? Ce verbalisme romantique dissimule de pures abstractions. La vie et la mort, prises dans le sens très général qu'elles ont dans cette phrase, ne sont pas autre chose. La vie n'est point isolable des corps organisés, et tant qu'on négligera dans son étude ce qui se rapporte à eux, à leur forme, à leur constitution et aux lois qui les gouvernent, on ne pourra comprendre sa vraie nature.

Avec W. Roux nous arrivons sur un terrain beaucoup plus solide. Pour lui la vie résulte de la réunion, dans un corps donné, d'un certain nombre de fonctions élémentaires toujours essentiellement les mêmes pour tous les êtres vivants. Toutes les fonctions élémentaires doivent être réunies dans le corps organisé sans qu'il en manque une seule, car c'est leur union même qui donne à ce dernier ses propriétés spéciales. Chacune d'elles est en outre douée d'un pouvoir d'auto-régulation sur lequel Roux insiste avec raison (1).

Ce pouvoir appartient en réalité à l'individu lui-même, centre des fonctions élémentaires et de l'organisme, car l'auto-régulation de chaque fonction ne peut se comprendre

(1) Pour le détail de idées de W. Roux, voyez p. 36-37.

qu'en rapport avec l'ensemble. Comment l'ingestion d'aliments, par exemple, se réglerait-elle si l'individu ne sentait obscurément l'état de carence ou au contraire de plénitude dans lequel se trouve l'organisme tout entier? W. Roux, en introduisant dans la notion de vie celle d'auto-régulation, a marqué un progrès considérable; il a permis de mieux comprendre la permanence, la durée et enfin l'immanence fonctionnelle de la vie, d'une portée si considérable, comme on le verra plus loin.

Les corps organisés se répartissent tous dans un petit nombre de types d'organisation très généraux, les embranchements, qui durent depuis des temps extrêmement reculés. Les embranchements se réduisent en types plus restreints, mais encore très vastes, les classes qui comportent chacune un certain nombre de types d'organisation subordonnés, les ordres, correspondant à autant d'adaptations très générales à un genre de vie étendu, dont les diverses modalités principales sont remplies par les types formels. Ceux-ci, qui répondent aux grandes familles naturelles, peuvent comporter des modalités secondaires, les genres et les espèces, dont le nombre a été porté dans la systématique actuelle à des proportions que l'on pourrait dire effrayantes. Mais cette diversification presque indéfinie des types formels ne doit pas faire illusion, et sous tous les noms particuliers c'est toujours la même organisation qui demeure, avec tous ses traits essentiels; ses adaptations aux innombrables conditions de temps, de lieu, d'ambiance, ne sont jamais assez puissantes pour changer la nature foncière de l'être qui reste par exemple un mammifère de tel ou tel ordre : carnivore fissipède, cétacé, chiroptère, etc., etc., et diffère toujours, par là, des types représentatifs de ces fonctions qui ont existé antérieurement avec la constitution d'une autre classe, comme par exemple les théromorphes, les ichthyosaures, les ptérodactyles, reptiles du secondaire, occupant dans la

nature d'alors des places à peu près correspondantes.

Sous la floraison des genres et des espèces, accidents locaux ou chronologiques des types formels, ceux-ci demeurent comme quelque chose de stable, et dont la durée, bien que ne se prolongeant pas pendant plusieurs périodes géologiques consécutives, au moins pour les mammifères dont les plus anciens types actuels ne remontent pas au delà du miocène, est cependant presque indéfinie par rapport au nombre des générations successives qui l'assurent.

De là sort une notion nouvelle, celle d'être, de substance, ou même de personne morphologique qui permet d'opposer nettement les corps organisés aux corps bruts. Les espèces vivantes (types formels) répondent, comme l'avait bien vu Aristote, à des substances, c'est-à-dire à quelque chose qui existe par soi, qui se maintient contre les causes de destruction et qui se continue. Mais ces substances occupent un rang spécial parmi celles que l'on peut observer dans le monde. Les corps simples, par exemple, sont bien des substances, infiniment plus durables même que les types formels, mais ce sont des substances élémentaires, incapables à elles seules de s'agréger d'autres substances analogues et surtout de former avec elles des corps distincts susceptibles de se maintenir par eux-mêmes, de s'accroître et de se multiplier. On pourrait en dire autant des radiations diverses, de ces énergies élémentaires dont les corps simples ne sont sans doute qu'une forme particulière. Substances élémentaires et corps bruts ne sont que des *choses* qui — en dehors de leur existence propre assurée par une sorte d'inertie et accompagnée de propriétés toujours les mêmes — ne possèdent rien, ne s'appartiennent pas et qui, au contraire, peuvent être possédées par les corps vivants. Seuls parmi les corps naturels ceux-ci sont des êtres véritables, en quelque sorte *sui juris*, ce sont des *personnes* qui dominent les choses et ne sont pas dominées

par elles, même lorsque celles-ci les tuent, parce que si certains individus sont détruits l'espèce continue à vivre. Placés à un plan supérieur aux choses, les êtres vivants correspondent par leurs principales formes à autant d'*idées platoniciennes* ou de *pensées créatrices*, comme disait L. Agassiz.

A cause de cette personnalité, l'être vivant, contrairement aux substances élémentaires, n'est point un fragment quelconque, anonyme, du grand tout, diffus par tout le globe, sans limites fixes dès qu'il est fait de plus d'une molécule, comme l'est tout minéral. C'est un corps défini, séparé, et qui existe justement par sa constitution propre, par cette séparation du reste, sous la forme d'un tout qui est constamment traversé par ce reste, auquel il emprunte les matériaux de son action, mais qu'il dépasse de son unité, de sa spécificité, en un mot de tout son être.

Cette notion d'être qui a toujours guidé plus ou moins obscurément la pensée vitaliste est très éclairée par la science moderne et par toutes les notions morphologiques et paléontologiques. Les corps organisés se présentent en effet à notre esprit, dans l'état actuel des connaissances, comme des êtres particuliers, subsistant pendant des temps considérables, et dont la limitation s'expliquera du reste dans un instant.

Ces êtres sont soumis à certaines lois générales dont la première est qu'ils sont représentés par des individus isolés, indépendants les uns des autres, sauf dans leur constitution générale par laquelle ils sont idéalement liés entre eux dans des groupes systématiques bien définis. De plus leur indépendance est limitée aussi en général par le fait qu'ils sont incapables de se reproduire indéfiniment à eux tout seuls et qu'il leur est nécessaire, pour cela, de s'unir deux à deux ou d'échanger entre eux certaines parties pour continuer leur espèce. L'individu vivant n'a donc pas la plénitude de la vie qui n'appar-

tient qu'à l'espèce, et cela nous fait comprendre la valeur réelle des classifications, leur signification profonde. Les êtres vivants doivent être considérés comme des substances représentées par les types formels qui durent, et dont les genres et les espèces ne sont que des accidents. La durée limitée de ces substances, qui paraît à première vue singulière, s'explique par leur âge géologique, chacune d'elles correspondant à une idée morphologique et fonctionnelle qui a son emploi dans l'ensemble du monde vivant à l'époque considérée. L'évolution générale s'effectue par étapes dont chacune constitue un tout complet, un enchaînement de types coordonnés, présentant les uns et les autres un degré particulier d'organisation qui donne à cette étape sa physionomie caractéristique. Les éléments qui constituent cet ensemble sont les substances dont nous venons de parler, ces types formels, construits sur des types généraux d'organisation plus durables encore qu'eux-mêmes, mais qui ne répondent qu'à des idées générales, aux grandes lois de l'organisation, et ne peuvent par conséquent constituer des agents déterminés comme le font les types formels.

Les types formels sont représentés par des individus indépendants, les corps organisés, de durée beaucoup plus courte que les types d'organisation parce qu'ils sont soumis à une série de conditions qui les limitent. Nous avons vu la condition chronologique qui les lie à une époque déterminée. Il en est d'autres, comme la nécessité pour la majorité d'entre eux de se nourrir d'autres êtres vivants, d'où la multiplication corrélative des individus dans toutes les espèces. Il faut ajouter aussi la nécessité d'une constitution de plus en plus compliquée qui multiplie les difficultés du fonctionnement, les possibilités d'accidents, les causes de mort.

Tout cela concourt à rendre indispensable le pouvoir de reproduction. Mais celui-ci ne peut pas s'exercer toujours d'une manière simple, par division, et doit se

soumettre à des conditions diverses parmi lesquelles la principale est la séparation des sexes. Cette séparation nécessite la formation, dans la même espèce, de deux individus complémentaires l'un de l'autre, le mâle et la femelle dont la différence ne consiste pas simplement dans la possession d'éléments sexuels différents, mais se traduit encore très profondément dans l'organisation qui, bien que gardant le type spécifique, est affectée dans chaque sexe non seulement dans l'anatomie génitale particulière, mais dans les caractères sexuels secondaires, dans le métabolisme général, particulièrement chez les êtres supérieurs où existe une gestation, et même dans le psychisme. Là encore l'idée de l'ensemble ou du type transcende les moyens matériels employés pour le réaiser, et comme nous l'avons vu à tant de reprises, sous les phénomènes ou sous les individus particuliers transparaît toujours l'idée qui les relie en un tout cohérent et dirigé par conséquent vers un but déterminé.

Comme la vie est toujours exercée par des types formels accomplissant une action spéciale ou un rôle particulier dans le monde, il est clair que les êtres vivants sont absolument liés à l'idée de fin. Celle-ci forme avec leurs autres propriétés générales un ensemble de caractères qui les distingue absolument des autres corps naturels.

Les propriétes des êtres vivants.

Ces propriétés sont absolument inséparables les unes des autres et équivalentes. L'ordre suivi dans leur étude n'a d'autres raisons que la nécessité de l'exposition; aucune ne l'emporte sur les autres et toutes sont nécessaires ou plutôt elles ne sont toutes que des aspects différents d'un seul et même objet. Ce sont : l'unité, l'individualité, l'autonomie, la spontanéité et la finalité.

L'unité consiste dans ce fait que tous les corps organisés sont des corps limités composés de parties hétérogènes coordonnées en un tout, séparés les uns des autres et du monde extérieur dans la mesure qu'il faut pour les individualiser, pour les distinguer du reste et faire de chacun d'eux un ensemble particulier se suffisant à lui-même, un système unique et clos, disait Cuvier, qui, tout en faisant des échanges constants avec l'extérieur, reste essentiellement ce qu'il est. L'unité organique a un double caractère. Elle se fait par elle-même et n'est pas faite par assemblage de parties différentes réunies artificiellement. L'embryon qui emprunte la plus grande partie de sa masse au monde extérieur lui impose toujours l'organisation de ses procréateurs, quelles que soient les conditions et les milieux où il se trouve.

Que cette unité se fasse et ne soit pas faite, nous en avons la preuve dans les corrélations des diverses parties de l'organisme, si étroitement liées à l'organisation et à la forme (voyez chapitre IV). Ces corrélations ne peuvent être réalisées que si elles sont dirigées et commandées par l'idée qui préside à la formation de l'être.

D'autre part cette unité se maintient en se défendant et en recherchant ce qui lui convient, ce qui suppose un minimum de sensibilité et de choix.

L'unité résulte de ce que, quel que soit le nombre des parties d'un corps vivant, celles-ci sont liées entre elles d'une manière évidente pour un but déterminé qui est l'existence de ce corps. Tout corps vivant se compose en effet de parties hétérogènes qui se complètent les unes les autres. « C'est un individu, et d'aucun autre objet, pas même d'un cristal, on n'en peut dire autant puisqu'un cristal n'a ni hétérogénéité des parties, ni diversité des fonctions » (1).

On a objecté contre l'unité des êtres pluricellulaires

(1) BERGSON (Henri), *L'évolution créatrice*, 1907, p. 15.

leur composition par des millions de cellules. Mais celles-ci ne sont point des organismes indépendants, ce sont des parties subordonnées au tout, possédant assurément une certaine autonomie qui facilite leur rôle dans l'ensemble, mais absolument incapables de reproduire le tout, de reconstruire l'être dont elles font partie. De même la prétendue composition coloniale de tant d'organismes ne détruit ni leur unité, ni leur individualité. Elle favorise la production par scissiparité (anneaux des vers, rameaux des phanérogames), mais c'est tout. « Pour que l'individualité fût parfaite, dit Bergson (1), il faudrait qu'une partie détachée de l'organisme ne puisse reproduire le tout, mais la reproduction deviendrait impossible. » C'est la réponse décisive à des polémiques sans fin sur l'individualité et l'individu. D'ailleurs lorsqu'on coupe un rameau pour faire une bouture, on ne fait pas du même coup deux individus distincts. Le rameau détaché doit être soigné et planté dans des conditions convenables, et c'est seulement lorsque, utilisant le pouvoir de régénération de toute partie organisée, il a pu engendrer des racines, qu'il est devenu un individu véritable. De même une hydre coupée en deux forme seulement deux masses qui, revenant sur elles-mêmes, ne se comportent point chacune comme un individu achevé, mais plutôt comme un embryon se développant. Elles effectuent sous cette forme les régénérations nécessaires, après lesquelles seulement deux individus seront formés.

A l'unité et à l'individualité de l'organisme s'ajoute une véritable autonomie résultant, d'une part, de la configuration propre de l'être, qui le découpe en quelque sorte dans la continuité du milieu et le sépare de ce dernier, d'autre part de l'auto-régulation de ses fonctions élémentaires qui affermit et assure l'indépendance ainsi obtenue. Cette indépendance n'est évidemment que relative puisque

(1) Bergson (Henri), *ibid.*

l'organisme emprunte sans cesse aux milieux qui l'entourent, mais elle est merveilleuse cependant comparée à la passivité, à l'inertie des corps bruts. L'autonomie est étroitement liée à la spécificité de l'être, et l'on sait combien celle-ci est stable. En effet l'action des milieux est certaine, mais elle ne change pas à proprement parler la nature d'un individu, on le sait bien aujourd'hui où l'on n'accorde plus aux facteurs externes que de pouvoir donner au maximum des genres, et qu'est-ce qu'un genre par rapport au type formel dans lequel il est compris? Infiniment peu de chose. L'autonomie des êtres, c'est-à-dire leur indépendance, leur résistance aux changements capables d'entraîner une modification profonde de leur organisation, est de plus en plus démontrée par tous les faits.

L'autonomie comporte la spontanéité, c'est-à-dire l'affirmation dans l'action, de cette indépendance, de cette personnalité si l'on veut, que l'autonomie et l'unité permettent de reconnaître à l'individu. Le mot spontanéité a soulevé beaucoup de critiques parce qu'on ne l'a pas toujours compris. Il ne veut pas dire, comme on l'a prétendu, qu'il se produirait chez l'être vivant des effets sans causes. Il signifie simplement que cet être n'est pas simplement soumis au seul déterminisme physico-chimique, qu'il réagit d'une manière particulière à ce déterminisme, qu'il répond ou non à une excitation, *qu'il est lui-même une cause* capable de contre-balancer certaines causes extérieures, comme lorsque nous voyons un animal soumis à une excitation répétée, s'y habituer et n'y plus répondre. En un mot il faut considérer la spontanéité comme une des propriétés essentielles de la vie, comme une conséquence de la forme, organique et psychique, qui imprime à toute l'activité de l'organisme un certain caractère d'indépendance relative qui complète l'autonomie et l'achève.

Enfin il est un dernier caractère qui fait corps avec les précédents, c'est la finalité, l'appropriation de l'être à une fin.

La finalité a été et est encore souvent l'objet de discussions très vives, de valeur d'ailleurs bien différente suivant qu'elles ont pour objet le concept même de finalité ou certaines applications particulières de ce principe. Dans ce dernier cas on a affaire le plus souvent à des controverses négligeables. La discussion du principe est beaucoup plus importante, elle a été faite récemment d'une manière très approfondie, par Dalbiez auquel nous renvoyons (1). Dalbiez remarque que la vie consiste dans *l'immanence de l'action*. Les corps bruts ne possèdent que l'action transitive, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent agir que sur des corps distincts d'eux-même; un caillou heurtant un autre caillou le met en mouvement. Le vivant au contraire, système unique et clos, possède non seulement l'action transitive mais l'action immanente, c'est-à-dire une action dont le terme est en lui au lieu d'être hors de lui. Il en est ainsi, avant tout, parce que l'être est unité-fin, c'est-à-dire unité qui se fait et se continue, ce qui ne peut se réaliser que si l'action dans l'être à la fois son principe et sa fin, si tout ce qui nait en lui comme ce qui l'entoure, ce qui lui parvient ou le pénètre est rapporté à lui-même. Dans les phénomènes de la vie végétative, par exemple, le terme de l'assimilation est intérieur, c'est à lui-même que le vivant incorpore l'aliment. « Il en est de même pour les faits de connaissance. Ma pensée émanée de mon esprit demeure en lui (2). »

Vivre c'est donc se mouvoir soi-même, et par mouvement il faut entendre toute action qui se produit avec changement. Mais ceci demande la présence de parties différentes : l'une motrice, l'autre mobile, l'une transformante, l'autre transformée, etc., etc. La causalité du

(1) DALBIEZ (R.), *Le transformisme et la philosophie*, in *Le Transformisme. (Cahiers de philosophie de la nature*, 1927, J. Vrin, Paris.

(2) DALBIEZ (R.), *loc cit.*, p. 180.

vivant sur lui-même exige donc la multiplicité de ses parties, mais cela ne suffit pas et il faut encore que celles-ci soient disposées dans un certain ordre, commandé par la succession même dans laquelle les fonctions s'exécutent. De là la nécessité de l'organisation qui n'est autre chose que la coordination préalable des parties permettant l'action de l'organisme. Un arrangement analogue se trouve d'ailleurs dans toute machine, dans tout instrument ou outil. Ce qu'il y a de particulier à la vie, c'est que celle-ci fait elle-même cette organisation et la maintient, ramenant au corps vivant toutes les actions nécessaires à sa permanence, tournant vers lui l'essentiel de sa propre action. Cette propriété par excellence de la vie, l'immanence, suppose avant tout l'unité de chaque être.

La finalité des corps vivants se présente sous un double aspect : celui de finalité propre à l'être ou finalité interne et celui de finalité externe.

La finalité interne consiste en ceci que tout corps organisé est essentiellement fait pour vivre et pour durer. L'ensemble de ses fonctions élémentaires, comme le fond de sa structure, concourent sans cesse vers ce résultat et l'atteignent puisqu'il y a depuis si longtemps des êtres vivants. Cette permanence de corps aussi fragiles par ailleurs, aussi soumis à un ensemble de conditions souvent difficiles à rencontrer et à réunir, est une des preuves les plus fortes de la finalité interne. P. Janet, pensant à la structure extraordinairement compliquée du cerveau humain et au nombre incroyable de combinaisons réussies que son bon fonctionnement suppose, disait : « Ce n'est pas qu'il y ait des fous qui m'étonne, mais que tous les hommes ne soient pas fous; » et comme on lui répliquait que s'ils étaient fous les hommes ne pourraient pas exister, il ajoutait : « Mais comment se fait-il alors qu'il y ait des hommes et qui pensent, car il n'y aurait pas contradiction à ce qu'il

n'y en ait pas (1). » C'est l'évidence même, s'il y a des hommes, et d'une manière plus générale des êtres vivants, depuis si longtemps, c'est que les êtres sont faits pour vivre, renfermant en eux-mêmes la cause essentielle de leur existence et de son maintien. Cette cause réside à la fois dans ce minimum de sentiment et de choix dont la présence est indispensable, et dans l'organisation qui permet ce choix par chacune des fonctions élémentaires, y compris l'accroissement et la reproduction par lesquels l'être est continué. De là cet accord si frappant entre forme et fonction qui explique si bien le sens profond du mot forme, qui comprend à la fois la configuration et l'activité de l'être. De là aussi la formule célèbre : la fonction fait l'organe. Toutefois les développements donnés à différentes reprises dans cet ouvrage montrent bien que la fonction ne fait pas l'organe peu à peu et à petits coups, mais d'emblée, ou plutôt que forme et fonction ne se séparent jamais. La fonction, ou si l'on veut la finalité, fait l'organe dans l'ontogenèse de chaque forme avec les matériaux propres que celle-ci lui offre et qui diffèrent de type à type. Elle le fait suffisamment complexe pour qu'il puisse donner d'emblée un résultat utile; la loi du tout ou rien s'impose. Il n'y a nulle part, en dehors des embryons, des ébauches d'organes et des rudiments de fonction. Tout organe et toute fonction sont, normalement, suffisants pour l'être dans lequel on les observe et adéquats à sa constitution. Le système nerveux le plus simple est infiniment réduit par rapport à celui de l'homme, mais sa fonction n'est pas pour cela rudimentaire ou indéterminée. C'est une fonction nerveuse qui ne se confond avec aucune autre.

Il ne faut pas se hâter de conclure, cependant, que dans un organisme tout a une fin, car il ne manque pas de

(1) Janet (Paul *Les causes finales*. Paris, 1878, p. 184-185.

parties qui n'ont aucune utilité immédiate, qui résultent des combinaisons du développement ou de la croissance et ne concourent en rien au résultat final. On peut donc trouver çà et là l'absence de finalité ou même incoordination et désordre. On peut observer dans la correspondance entre la forme et la fonction bien des degrés de laxité, mais il est évident qu'en dépit du désordre ou de l'accident inévitables, par suite de la multiplicité des parties en présence et des conditions de leur développement, le *vivant est fait pour vivre.* Qu'il réalise à merveille ce but essentiel, tous les faits morphologiques d'adaptation et de corrélation le montrent, aussi bien que la durée considérable des formes vivantes.

Mais à côté de cette finalité interne, il y a aussi une finalité externe, c'est-à-dire une adaptation de chaque être à un but qui le dépasse et qui est situé en dehors de lui. Cette finalité, qui a été très discutée, se montre aussi solidement établie que la finalité interne, si l'on réfléchit que tout dans le monde, êtres et choses, est lié d'une manière étroite, qu'un certain ordre se montre toujours dès le commencement de la vie. Par conséquent chaque être est une pièce déterminée de cet ensemble dans lequel il occupe une place dont il ne saurait être enlevé sans dommages.

Nous ne prétendons point que chaque espèce a un rôle particulier, différent de celui des autres espèces, mais simplement qu'elle est un agent de la fonction générale propre au type d'organisation auquel elle appartient. Tout lamellibranche filtre l'eau à travers ses branchies et y recueille les êtres de petite taille qui servent à sa nourriture, en même temps qu'il fixe une certaine quantité de calcium dans sa coquille. C'est là ce qui indique sa place dans le monde et explique son organisation. Les modalités innombrables que peuvent présenter les espèces de ce groupe apporteront sans doute des modifications plus ou moins grandes à leur manière de se comporter

dans le détail, mais elles ne changeront rien d'essentiel à cette fonction qui est vraiment la caractéristique finaliste de cette classe.

Les types complémentaires.

Il est bien évident que l'ordre de la nature ne pouvant être établi secondairement, par élimination de l'inapte, mais devant exister d'emblée pour produire un résultat utile, il doit être obtenu par un arrangement coordonné des types d'organisation et des types formels, qui exige une finalité, c'est-à-dire une subordination de chaque puissance particulière, représentée par chaque forme essentielle, à l'acte d'ensemble représenté par le maintien du monde vivant. Tout est arrangé, tout est ordonné d'une certaine façon qui seule permet d'obtenir le résultat que l'on observe, et cela déjà avant la vie, dans le monde des corps bruts. Les éléments chimiques répandus à la surface du globe, remarque Henderson, l'oxygène, le carbone, l'hydrogène, possèdent le plus grand nombre de composés entrant dans la plus grande variété de réactions. Les propriétés de ces trois éléments peuvent être considérées comme étant, dans un certain sens, une préparation aux processus de l'évolution planétaire (1).

On a vu à plusieurs reprises la valeur complémentaire des groupes systématiques, celle des parties de l'organisme individuel, celle des individus mâles et femelles de la même espèce, de sorte qu'il n'existe aucun domaine où l'organisation, l'arrangement, la réciprocité fassent défaut. Mais l'organisation se montre avec sa puissance et son évidence les plus grandes dans les êtres vivants dont la

(1) Henderson (L. J.), *L'ordre de la nature*. Trad. franç. Alcan, Paris, 1924. Henderson n'est pas un partisan de la finalité dans le sens adopté dans ce livre, mais il a fait remarquer avec beaucoup de force la corrélation qui existe entre les propriétés de ces corps élémentaires et l'apparition de la vie.

finalité externe atteint naturellement, à cause de leur complexité. une complexité corrrespondante.

La part de ce qui est donné au début est considérable relativement à ce qui devient peu à peu, résultant de remaniements, de tâtonnements, d'essais malheureux. Le monde, dès que la vie y est apparue, a montré une constitution comparable à celle d'aujourd'hui avec des arrangements semblables, et les faits actuels sont si peu le résultat d'un développement ininterrompu, que nous trouvons toujours à côté des formes les plus élevées les formes les plus humbles et les plus basses. Il aurait fallu pour obtenir ce résultat faire dans chaque groupe développable deux lots : l'un qui aurait été soumis au développement et aurait donné les perfectionnements atteints aujourd'hui, l'autre qui serait resté tel que, on ne voit guère pourquoi ni comment. Comme l'a remarqué Bergson (1), on a fait du développement avec de l'évolué, et, pourrait-on ajouter, on a construit ainsi un système éminemment critiquable. Faudrait-il croire avec Naegeli et Erlsberg que les êtres inférieurs d'aujourd'hui ne sont pas les descendants de ceux qui vécurent autrefois, mais proviennent au contraire d'une génération spontanée récente? Mais alors comment ces générations spontanées successives auraient-elles pu donner des résultats assez concordants pour que les radiolaires nés dans les dernières périodes géologiques soient identiques aux premiers? Que devient alors l'influence des milieux et des conditions de vie, si importants dans la théorie transformiste?

Devant ces observations, l'idée d'un monde se faisant peu à peu sous l'action de son fonctionnement même devient de plus en plus invraisemblable pour faire place à celle d'un monde donné, réalisé complètement dans chacune de ses phases, avec le degré de constitution qui

(1) Bergson (Henri), *L'évolution créatrice*. 1907, p. 293.

convenait alors, mais sans que ce degré soit la condition nécessaire du suivant puisque celui-ci naît bien plutôt sur de nouveaux bourgeons, sur les germes d'attente dont nous avons parlé, que sur l'ancien matériel. Alors même que chaque nouvelle floraison de formes se ferait sur les formes précédentes par une mutation formidable, celle-ci n'aurait rien de commun avec le transformisme classique. La nature se servirait de la substance vivante déjà existante pour faire des formes nouvelles, mais le changement serait tel qu'il équivaudrait à une véritable création.

Caractères et conditions de la vie.

Unité, individualité, autonomie, spontanéité, finalité interne et externe, telles sont les propriétés essentielles des êtres vivants qui sont toutes étroitement liées à la forme. Celle-ci en effet donne à chaque être ses limites, sa détermination précise et sa fonction, ou si l'on veut son activité. L'activité spéciale des êtres organisés, c'est la vie, disait Ant. Dugès (1). Cette activité, qui se résume en un petit nombre de fonctions élémentaires, est d'une richesse incroyable en modalités diverses, parce qu'elle est exercée par des formes répondant chacune à une des fonctions que peut remplir un type d'organisation déterminé, un ordre par exemple. Les organisations dans lesquelles la forme crée ces agents spéciaux ne sont pas très nombreuses, on se souvient que l'on compte seulement une soixantaine de classes au maximum pour le règne animal, mais elles suffisent pour donner, avec les ordres, les cadres nécessaires aux déterminations ultérieures, et pour obtenir par la complexité et la variété des détails un nombre considérable de types formels et une quantité bien plus grande de leurs subdivisions, genres et espèces.

(1) Dugès (Ant.), *Physiologie comparée*, Montpellier, 1838, t. I, p. 3.

Que l'on songe à la manière dont est bâti anatomiquement et histologiquement l'appareil digestif par exemple, et l'on se rendra compte des innombrables modalités que peut prendre le système organique chargé de la capture, la digestion et l'absorption des aliments. On verra aussi que la constitution histologique de l'embranchement a une importance considérable dans la formation de ces modalités. et par conséquent combien grande est sa valeur en systématique.

Mais à côté de cette variété infinie des êtres et de leurs structures il faut rappeler un caractère constant de la vie qui se joint à ceux déjà indiqués et qui contribue fortement à la distinguer des autres activités qui se voient dans le monde. La vie est bien, comme disait Ant. Dugès, une activité propre, mais c'est aussi une activité conquérante. Ce n'est point seulement un effort pour un équilibre, mais un effort d'accroissement, de conquête. Elle tend constamment à s'étendre, à multiplier les êtres qui la possèdent de manière à leur faire occuper toute la place disponible. D'ailleurs cet effort ne paraît pas tourné vers le changement, le perfectionnement ou la transformation. Croire qu'il en est ainsi serait s'abandonner à l'illusion séduisante qui avait conquis Lamarck.

Cette activité conquérante ne vise point en effet des buts nouveaux, elle est très étroitement confinée au maintien des formes déjà existantes dont elle tend à multiplier les représentants, ou à étendre la masse, comme si chacune d'elles pouvait être seule au monde. De là cette concurrence vitale à laquelle Darwin avait donné tant d'importance et qui paraît destinée bien plus à assurer la quantité maxima de substance vivante qu'à promouvoir des changements de forme. De l'effort constant de tout être à s'étendre et à se multiplier résulte en effet une abondance de matière vivante permettant des échanges ndéfinis, et par suite le nombre et la richesse des formes. L'importance de ces échanges, qui en fait une nécessité

primordiale de la vie, avait déjà été parfaitement pressentie bien avant que l'on connût les cycles chimiques de la matière, et Bossuet l'exprima d'une manière saisissante dans le passage ci-après : « La nature, comme si elle était presque envieuse du bien qu'elle nous fait, nous déclare souvent et nous fait signifier qu'elle ne peut pas nous laisser longtemps ce peu de matière qu'elle nous prête, *qui ne doit pas demeurer dans les mêmes mains et qui doit être éternellement dans le commerce; elle en a besoin pour d'autres formes, elle le redemande pour d'autres ouvrages* » (1).

Cette concurrence vitale s'ajoute aux autres causes de mort pour expliquer la nécessité de la reproduction. Plus exactement toutes ces conditions de la vie : concurrence vitale, causes accidentelles ou naturelles de mort, séparation et individualisation des êtres vivants, reproduction, forment un ensemble lié dont on ne peut distraire aucune partie, dans lequel on ne peut dire laquelle de ces conditions est initiale, lesquelles ont suivi. Il semble que toujours il a dû en être ainsi, que toujours la vie s'est manifestée dans des êtres limités, forcément soumis à la reproduction, à la concurrence et à la mort. L'idée d'une substance vivante continue, d'une gelée primordiale qui aurait tapissé le fond des mers ou traversé leur masse à la façon d'un réseau ininterrompu de lamelles ou de fils est bien invraisemblable, car cette continuité est aussi défavorable aux échanges chimiques qu'aux transformations locales nécessaires pour donner les diverses formes.

La reproduction, attribut indispensable de la vie, est en même temps un caractère décisif des êtres vivants qui permet de trancher la question de savoir si un corps est vraiment doué de vie. Le mot a été en effet appliqué à bien des phénomènes qui ne peuvent lui être comparés que par métaphore. Ainsi quelques savants, frappés par la complexité des phénomènes qui ont présidé à la forma-

(1) Bossuet, *Sermon sur la mort.*

tion de la Terre, par la circulation des eaux, des gaz et de toutes sortes d'éléments dans ses couches superficielles, ont parlé de sa vie. Malgré tout le talent et toute l'ingéniosité déployés pour soutenir cette comparaison, elle tombe d'elle-même si l'on songe que la Terre ne fait pas de petits. On ne peut davantage accorder le nom de vitaux aux phénomènes de transformation qui se passent dans certains corps d'origine minérale ou même organique comme les fers soumis à un travail, et dont la structure moléculaire change, comme les vins qui vieillissent, les eaux minérales qui perdent leur activité après leur capture. Tous ces faits ont bien la complexité de certains phénomènes de la vie, ils présentent bien comme eux une sorte de développement, étant soumis à l'influence de la durée et du temps, mais jamais les corps dans lesquels on les observe ne constituent des êtres véritables qui se maintiennent sous leur forme et se *multiplient* en s'emparant de matériaux extérieurs pour se les agréger d'une manière si parfaite qu'ils deviennent partie intégrante d'eux-mêmes et sont les agents matériels de leurs fonctions.

La reproduction est évidemment liée à l'hétérogénéité chimique des corps organisés. Comme ceux-ci sont faits de matériaux très divers qu'ils prennent autour d'eux, on comprend aisément qu'ils puissent s'en emparer dans des proportions en quelque sorte indéfinies et faire avec eux de nouveaux individus. Mais il faut pour cela qu'il y ait en eux quelque chose de particulier, capable d'assimiler ces matériaux, de se les agréger pour un temps, en les dominant si bien, en les contraignant si parfaitement à son service qu'ils ne se distingueront plus de lui. Ce quelque chose c'est évidemment la forme, et non pas seulement la forme géométrique, rigide et passive des parties, mais la forme active, cachée sous la précédente, constamment en éveil pour maintenir, accroître et multiplier cet agrégat matériel instable et changeant, ce tour-

billon incessant de matière dont elle fait ce quelque chose de si extraordinairement durable, fort et puissant, qu'est une espèce vivante. La reproduction n'est pas dans les corps organisés une multiplication de matière, qui serait incompréhensible. C'est une multiplication des centres directeurs de ces constellations matérielles qui forment le corps des êtres vivants, c'est une multiplication de la forme de ces derniers. On comprend dès lors qu'il n'existe rien de pareil dans la prétendue vie des corps bruts, et que les barres de fer à propos desquelles on a parlé de vie et même d'hérédité, n'aient jamais réussi à s'agréger les matériaux nécessaires pour s'accroître et se multiplier.

La vie peut donc se définir : *l'activité propre, immanente et conquérante des corps organisés*. Ceux-ci se présentent à leur tour comme des individus distincts, appartenant chacun à un type général d'organisation, réalisé dans un type formel spécial, qui leur donne une physionomie et une nature propres. Ces individus sont caractérisés, en dehors de leur constitution formelle, par un ensemble d'attributs inséparables : unité, individualité, autonomie, spontanéité et finalité qui en font de véritables êtres, doués d'une existence propre qui se transmet à leurs descendants pendant une suite indéfinie de générations, et qui en fait de véritables personnalités morphologiques et fonctionnelles, bien différentes des forces diffuses et des corps bruts répandus dans la nature qui ne sont que des choses.

Rignano (1) admet chez les corps vivants la présence d'une énergie propre ou nerveuse, mais cette énergie, si elle existe, diffère beaucoup de celles qu'on peut rencontrer dans la nature. Elle n'est point diffuse comme elles, elle ne se rencontre que dans certains corps et sa

(1) Rignano (E.), *Qu'est-ce que la vie?* Alcan. Paris, 1926, p. 153 et suiv.

nature est particulière dans chacun des types en lesquels ces corps peuvent se grouper. Ce serait faire en effet une confusion étrange que de décorer d'un même nom l'énergie qui fait un échinoderme et celle qui fait un vertébré. Il est vrai que Rignano compte sur le transformisme pour effacer ces différences et combler les lacunes, mais on a vu ce qu'il fallait penser de la solidité de la doctrine. D'autre part il semble bien difficile de ne pas voir dans la différence de l'énergie la cause de la différence des résultats.

Ceci conduit à dire un mot de la force vitale. C'est un mot impropre et qui doit être abandonné. Il est dangereux de parler d'une force tant qu'on n'a pu l'isoler ou tout au moins la caractériser nettement. Il le serait bien davantage de lui demander d'expliquer tout ce que l'on ne comprend pas, et, en se fiant obstinément à elle, de négliger la recherche des vraies causes. C'est du reste ce que les mécanistes reprochent aux vitalistes, mais bien à tort. Pourrait-on citer aujourd'hui un seul vitaliste proposant d'abandonner le déterminisme physico-chimique d'une fonction tel que l'ont établi les physiologistes pour y substituer la force vitale? Je ne le crois pas. Les vitalistes répondent seulement que le plus souvent ce déterminisme n'épuise pas la question, et il est bien difficile de le nier. Mais ce n'est pas là fermer la porte à la recherche, au contraire. Le désaccord tient à un malentendu regrettable, à propos de causalité, entre vitalistes et mécanistes. Ceux-ci ne veulent admettre que des causes efficientes, c'est-à-dire que les causes matérielles immédiates qui déterminent un fait et ne veulent pas entendre parler de causes finales. Mais ces deux sortes de causes ne s'excluent pas; en biologie, notamment, loin de s'opposer elles se complètent. Les causes physico-chimiques ont bien le rôle que leur attribuent les mécanistes, mais l'ordre de leur succession, la nature et les résultats de leur intervention sont réglés à l'avance

par l'organisation de l'être qui en est le siège. La nutrition, la locomotion, etc., ont toujours les mêmes bases physico-chimiques ou énergétiques, mais elles présentent dans les divers types des modalités particulières, et produisent des effets différents, résultant de l'organisation propre du type, qui intervient comme forme ou comme cause finale, puisque ces deux choses se confondent si bien qu'il est impossible de les concevoir séparées.

Le mot forme a une tout autre valeur que celui de force vitale. D'abord il se rapporte à quelque chose de réel qui s'observe dans tout être vivant, puisque, nous l'avons vu, organisation et forme sont inséparables. L'organisation est la condition même de la vie et aucune fonction élémentaire ne pourrait s'exercer sans le support qu'elle lui fournit. Nous avons vu aussi qu'une même organisation générale n'est que la condition commune à un plus ou moins grand nombre d'êtres vivants, tandis que la forme, qui imprime aux éléments de cette organisation des conditions spéciales de grandeur, de proportions et de nombre, détermine en même temps la formation de l'être particulier, du type formel auquel elle donne l'existence. Elle constitue par conséquent un composant biologique de premier ordre.

Les propriétés de la forme en font évidemment un facteur non spatial, mais cependant difficilement niable si l'on considère son rôle. Ces propriétés expliquent aussi comment les formes sont pour la plupart indépendantes les unes des autres. Chacune d'elles, répondant à un type morphologique et fonctionnel propre, doit nécessairement différer des autres. Rarement il pourra arriver qu'un de ces types puisse être réalisé en changeant quelque chose en plus ou en moins dans une forme précédente. La présence simultanée de plusieurs types d'organisation dès la première apparition de la vie tend à faire remonter jusqu'à ce moment l'existence des formes essentielles, et à les regarder comme des créations jetées d'un coup

dans le monde avec les germes que chacune d'elles pouvait renfermer pour des développements futurs (1).

Mais il faut dire quelques mots des conceptions sur l'origine physico-chimique de la vie.

Origine de la vie.

Beaucoup de biologistes trop exclusivement occupés du métabolisme matériel dont les corps vivants sont le siège, et pas assez du caractère individuel et systématique de ces derniers, pensent qu'il suffit d'expliquer comment a pu se former la première molécule albuminoïde pour comprendre l'origine de la vie, puisque les matières albuminoïdes forment la plus grande partie et comme la substance caractéristique des êtres vivants. Malgré leurs efforts ils ne sont pas arrivés encore à présenter une théorie satisfaisante. En désespoir de cause on a eu recours au transport intersidéral de germes microscopiques qui auraient apporté à la Terre ses premiers êtres vivants. Mais cela ne peut être considéré comme une solution du problème. En l'absence de celle-ci, nous n'examinerons pas en détails les hypothèses proposées et nous nous contenterons de renvoyer pour leur étude à J. Costantin, *Origine de la vie sur le globe*. E. Flammarion, Paris, 1923.

Osborn, que nous mentionnerons cependant comme l'un des derniers s'étant occupé de la question, pense qu'un premier pas vers l'organisation de la matière vivante a dû être l'assemblage un à un de plusieurs parmi les dix éléments actuellement essentiels à la vie : hydrogène, oxygène, azote, carbone, phosphore, soufre, potassium, calcium, magnésium, fer, peut-être aussi silicium, qui existent dans tous les organismes vivants.

(1) Voyez p. 344.

Que ce rapprochement un à un opéré en présence de l'action de la chaleur soit de la terre, soit du soleil, ait été soudain ou plus ou moins progressif, on est conduit à supposer que ces éléments ont été graduellement liés entre eux par une nouvelle forme de leur attraction et ont fondé une nouvelle forme d'unité dans l'unité, un individu (1).

Osborn accepte l'idée que chaque individu diffère chimiquement de tous les autres de la même espèce et plus encore de ceux d'espèce différente et, avec les mécanistes, il voit dans cette différence chimique la cause de la différence morphologique. Mais les différentes parties d'un corps organisé présentent entre elles des corrélations formelles extrêmement étroites, que l'on n'aperçoit point dans les corps bruts, et qui doivent certainement leur existence à autre chose qu'à la composition chimique. Tout os d'un vertébré est corrélaté au reste de son squelette. Dira-t-on que cette corrélation tient à la composition chimique? Mais on ne voit pas comment la différence de composition chimique qui peut exister entre le protoplasme du bœuf et celui du cheval, pourrait expliquer la différence de forme de leurs os, qui devient au contraire tout à fait intelligible si on l'envisage par rapport à l'ensemble du squelette et de ses fonctions.

L'étude des colloïdes a fourni beaucoup de données intéressantes pour la connaissance de la matière vivante et en donnera encore bien davantage. En dehors même de la constitution intime des colloïdes, une de leurs propriétés extérieures les rapproche des corps vivants. On sait qu'ils ont une tendance à former des masses limitées, individualisées en quelque sorte (gouttes de gomme ou de résine, fumées, écumes, etc., etc.). Cette

(1) Osborn (H. F.), *l'Origine et l'évolution de la vie*, trad. franç., Masson. Paris, 1921, p. 36-70.

propriété serait-elle la première ébauche de la limitation, de l'individualisation des corps vivants?

Cependant ces comparaisons sont bien grossières. En effet, outre la variété des micelles qui entrent dans la composition du protoplasme et celle des solvants qui forment l'autre phase du colloïde protoplasmique, si l'on peut ainsi parler, ce dernier comprend lui-même des groupements colloïdes particuliers (cytoplasme non différencié, substances nucléaires, centrioles, mitochondries, etc.) dont l'arrangement réciproque répond à une organisation sans correspondant dans les colloïdes ordinaires.

Le problème de l'origine de la vie ne consiste donc pas seulement dans celui de l'origine des matières organiques, mais dans celui de la constitution d'un corps organisé.

Or, on a vu combien celui-ci est complexe, quelle coordination parfaite il exige dans les parties qui le constituent, quelle régulation générale et particulière de leurs fonctions. A quel moment intervient cette propriété spéciale si singulière qui donne l'unité et les autres attributs si particuliers des corps vivants?

On a pensé simplifier le problème en prenant comme forme initiale une cellule très simple, quelque chose comme un intermédiaire entre la matière organique et l'être vivant parfait. Mais il n'y a pas de cellules simples, il n'y a que des cellules différenciées, en tant que parties d'un organisme pluricellulaire, ou des organismes vrais, que l'on appelle unicellulaires, parce qu'ils sont formés d'une masse unique et continue de protoplasme. Ces organismes (protozoaires) dépassent la cellule de toute leur valeur de formes vraies, de types morphologiques et fonctionnels exerçant un rôle indépendant et occupant une place déterminée dans la nature. L'introduction de la cellule primordiale ne fait donc que masquer le problème et éloigner sa solution.

Au fond il n'y a qu'une différence de complexité, mais

non de nature, entre l'organisme le plus simple, un protozoaire quelconque, et le plus compliqué, comme un mammifère. Le premier possède les mêmes fonctions élémentaires que le second, et pour les accomplir son organisation doit être foncièrement la même, sinon à la même échelle. Il ne faut pas que la complication surajoutée par le développement de certaines fonctions, comme la sensibilité et la motricité, fasse illusion; l'essentiel de la vie est présent dans les deux types et suppose des instruments correspondants. Sans doute la dissociation de la sensibilité générale en sensibilités spéciales exige celle des parties qui en étaient chargées en autant de parcelles différentes que de sensibilités nouvelles, mais les rapports fondamentaux entre les instruments de la sensibilité générale et ceux des réactions qu'elle provoque doivent être conservés, aussi bien que ceux avec les parties chargées d'assurer la nutrition de ces instruments sensitivo-moteurs, de leur apporter les combinaisons chimiques nécessaires à leurs fonctions et d'emporter les produits désassimilés dans ce travail. Cela montre la difficulté qu'il y a à faire un organisme et fait comprendre l'abîme qui existe entre un simple mélange de matières organiques et l'ordonnance réglée de celles-ci dans l'être vivant le plus humble.

Le transformisme a masqué ces difficultés en habituant à envisager la formation des espèces en partant toujours d'un organisme donné dont on ne recherchait pas l'origine (on sait que Darwin s'est toujours refusé à envisager l'origine de la vie et celle des premières formes organisées) et auquel il suffisait d'ajouter ou de retrancher quelque chose pour avoir une forme nouvelle. Mais cette solution est absolument insuffisante, car faire comprendre la formation d'accidents dans un type donné n'est aucunement résoudre le problème de la formation du type. Aussi a-t-on trouvé plus simple de nier l'existence des types et la valeur des classifications qui n'étaient

plus guère considérées que comme un mode d'étiquetage commode. Mais le temps n'a pas ratifié ces dénégations, l'embryologie et l'anatomie comparées, comme la paléontologie, ont montré l'existence indubitable des types, et sans aucune pédanterie on peut affirmer aujourd'hui la valeur réelle des classifications et la solidité de leurs données générales, sans prétendre pour cela qu'elles soient intangibles dans leurs détails.

Comme la question de l'origine de la vie reste malgré tout confondue avec celle de l'évolution générale et du transformisme, il est bon de rappeler les deux solutions opposées que comportent ces théories.

Pour les uns, qui se rattachent au mécanisme, le simple jeu des forces physico-chimiques a donné naissance, à un moment donné, à des composés organiques qui sont devenus peu à peu le protoplasme vivant. Celui-ci a formé d'abord une cellule simple dont les descendants se sont différenciés graduellement en des formes innombrables et variées, se continuant depuis l'organisme unicellulaire primitif jusqu'à l'homme. Cette évolution s'est réalisée par des transformations graduelles, opérées au cours de temps extraordinairement longs, et exclusivement par l'intervention de forces naturelles : action des milieux et du fonctionnement sur les organismes, hérédité des caractères acquis, lutte pour l'existence, sélection naturelle. L'élimination des inaptes, résultant de la sélection consécutive à la lutte pour l'existence, a pu faire naître l'idée d'un plan préconçu, d'adaptations et de corrélations intelligentes et voulues. Mais cet ordre et cette harmonie sont secondaires et mécaniquement post-établis; il n'y a pas de plan préconçu, pas de discontinuité entre les formes, tout est lié mécaniquement. C'est la théorie transformiste, généralement confondue avec la théorie de l'évolution.

Pour d'autres, auxquels je me rattache, les êtres vivants sont quelque chose de nouveau, de discontinu

d'avec le reste, au moins dans leur individualité et dans leur spécificité, sinon dans la matière qui leur sert de support, et ils ne peuvent avoir apparu que par une formation immédiate, suffisante d'emblée, bien que diversifiable secondairement par la suite.

Il n'y a pas que des espèces, séparées aujourd'hui mais liées autrefois par mille transitions disparues, comme l'admettent les transformistes. Ces espèces en effet se rangent naturellement dans des types bien distincts (embranchements, classes, ordres), trop différents par leur organisation et par les corrélations immédiates nécessaires aux mécanismes différents qu'ils représentent, pour pouvoir dériver les uns des autres suivant les modes connus de la génération et de l'hérédité.

Ces types naissent par un procédé qui nous est aussi inconnu que la formation du premier vivant, car les facteurs transformistes se montrent impuissants à les donner. Si l'on veut cependant les relier les uns aux autres comme le font les transformistes, en les faisant naître par des mutations dépassant de beaucoup celles qu'on a pu observer, il faut reconnaître qu'une telle conception se rapproche beaucoup de la nôtre. Attribuer en effet des résultats aussi merveilleux à des mutations agissant d'emblée, sans le frottement de parties plus ou moins bien adaptées à leur rôle, sans le concours du temps, c'est revenir, sans l'avouer, à l'action de forces internes inconnues, mais se manifestant d'une manière intelligente et prévoyante. Du reste ceci ne s'applique pas aux espèces systématiques appartenant à un même type formel. Leurs différences sont assez faibles pour qu'elles aient pu prendre naissance les unes des autres par transformation.

La confusion faite entre le transformisme, théorie mécaniste, et l'évolution, concept mal défini abritant sous une même étiquette les théories les plus contradictoires, depuis un créationnisme indubitable jusqu'à un transfor-

misme décidé, vient alors au secours du transformisme et le tire du mauvais pas où l'ont mis les recherches contemporaines. On sait bien que le transformisme ne peut pas donner ce qu'il a prétendu, mais le prestige de l'évolution masque son échec.

CHAPITRE XI

ÉVOLUTION ET TRANSFORMISME

L'idée d'évolution a pris dans la pensée contemporaine une place prépondérante. On lui demande la solution des problèmes les plus divers, et il n'est pour ainsi dire pas une question, de cosmogonie, d'art ou de morale, dans laquelle elle n'ait à intervenir. Mais il s'en faut de beaucoup que cette idée soit simple et claire. Le mot lui-même comporte des interprétations bien différentes et les synonymes que l'on emploie journellement à sa place, comme développement et transformisme, ont aussi des significations particulières. Il faut donc, avant tout, bien préciser le sens de ces termes. Cela fait il sera facile de dissiper certaines équivoques et de mieux comprendre les problèmes que nous avons à examiner.

Définitions

Le mot évolution vient du latin *evolvere*, dérouler, par exemple dérouler un manuscrit pour le lire. De là l'idée de changements nécessaires (le déroulement du manuscrit) pour arriver à un résultat (la connaissance de son contenu), et par extension, celle que tout peut être considéré comme le résultat d'une succession préalable d'autres faits, l'idée d'évolution. Cette première idée est très large et ne comporte aucune interprétation exclusive de l'évolution, qui peut être continue ou discon-

tinue, rapide ou lente, dirigée ou non, et se définit simplement : une série de changements nécessaires aboutissant à un résultat donné. Une définition aussi générale comporte naturellement des sens différents et même contradictoires : nous les examinerons successivement en commençant par l'abus fréquent du mot évolution.

Tout pénétré de l'importance de l'évolution, le langage moderne attribue parfois la signification d'évolution à tous les changements, quels qu'ils soient. Un édifice qui se détruit lentement par le temps, une chaîne de montagnes ou une île qui sont peu à peu effacées par l'érosion pluviale ou par l'assaut des vagues, subissent une évolution. C'est là un abus de langage manifeste. Pour qu'il y ait évolution il faut qu'il s'agisse d'un corps déterminé, formant un ensemble, dont on retrouvera au moins, plus tard, quelque chose de persistant, aussi déformé que l'on voudra, mais qui puisse cependant se rapporter à son ancien état, il faut en un mot un résultat positif. Or la destruction d'un continent pas plus que celle d'un édifice ne répondent à rien de pareil. Leurs débris, disloqués, seront dispersés, transportés au loin et incorporés à d'autres formations sans rapports nécessaires avec celles dont ils proviennent. Pour qu'il y ait évolution il faut un corps qui évolue; là où il n'y a qu'amoncellement de matériaux indifférents, sans liens bien définis avec un ensemble quelconque, il ne peut être question d'évolution.

Les physiologistes du dix-huitième siècle, notamment le grand Haller, donnèrent au mot évolution un sens très particulier, et s'en servirent pour caractériser la formation de l'embryon dans l'œuf. Pour eux l'embryogenèse ne résultait pas d'une série de changements successifs, mais de la mise au jour, par simple accroissement, des diverses parties de l'être, qui, préformées dans l'œuf, étaient d'abord trop petites pour être perçues. Le mot

d'évolution avait donc dans leur bouche un sens complètement opposé à celui qu'on lui donne aujourd'hui.

Leur interprétation doit cependant être retenue car elle fixe un sens du mot évolution que l'on peut formuler ainsi : l'évolution est le déroulement d'un principe intérieur qui, d'abord latent, finit par se manifester à l'extérieur, en d'autres termes elle est dirigée ou ordonnée. Or ce sens convient parfaitement à l'évolution embryonnaire, car si celle-ci se réalise mécaniquement par épigenèse (voy. p. 151) elle est cependant réglée par un principe intérieur, l'hérédité, qui la maintient dans un cadre et dans certaines limites dont elle ne peut sortir.

D'autre part le développement individuel n'est pas une simple phase de l'évolution générale car il a sa fin en lui-même et ne se poursuit pas nécessairement dans d'autres développements consécutifs. Il ne comporte qu'un nombre limité de changements, aboutissant toujours à un même résultat, c'est-à-dire à un être suffisamment semblable à ses prédécesseurs pour qu'on soit forcé de le ranger dans la même catégorie qu'eux. Nous verrons en effet plus loin, que, contrairement à la thèse transformiste, le développement des formes est toujours strictement limité, qu'elles ne se continuent pas indéfiniment les unes dans les autres, et que par conséquent le développement individuel de leurs représentants ne peut pas être considéré simplement comme une phase du développement général.

En somme l'évolution embryonnaire, ou mieux individuelle, car elle ne s'accomplit pas seulement dans la vie embryonnaire et déborde plus ou moins sur la vie libre, est une phase particulière de la vie de chaque individu liée à la reproduction par germes (éléments sexuels) ou par bourgeons. C'est une évolution puisqu'elle consiste en des adjonctions et des perfectionnements successifs, mais elle est rigoureusement spécifique ou personnelle, c'est-à-dire absolument limitée au type formel de l'être chez

qui on l'envisage, n'admettant que les faibles oscillations latérales ou les accidents compatibles avec ce type. Pour bien la distinguer de l'évolution générale, on pourrait désigner cette phase spéciale de la vie individuelle par le mot de développement individuel ou même de développement tout court, que l'on réserverait plus spécialement pour cet usage auquel il convient parfaitement. Le développement individuel est en effet une évolution particulière qui s'explique par la nécessité de passer de germes très petits et relativement simples à des corps plus ou moins étendus et compliqués. Il ne peut naturellement se réaliser que par des acquisitions successives et des changements se causant les uns les autres. Le développement de l'embryon humain, par exemple, comme le développement intellectuel de l'homme après la naissance, exigent tous deux de nombreux apports empruntés à l'extérieur, par la voie digestive pour les composés matériels ou par la voie des sens pour l'esprit. Mais tous ces apports ne peuvent être reçus que dans un cadre donné et les constructions qu'ils permettent de faire sont contraintes de s'organiser suivant le modèle fourni par ce cadre, que celui-ci soit la forme purement organique du corps, ou la forme de la mentalité propre de l'individu.

Le mot développement, ainsi compris, a donc un sens parfaitement défini. Il désigne les changements et les acquisitions nécessaires pour faire un être achevé, en partant d'un germe ou d'un bourgeon. C'est bien une évolution, puisque ce terme signifie toute série de changements liés et aboutissant à un résultat positif. Mais cette évolution est réelle, concrète, limitée ou dirigée par l'être lui-même, et c'est la seule qui soit ainsi, comme on le verra plus loin. Il est bon de le retenir dès maintenant pour éviter de la confondre avec l'évolution générale qui dépasse beaucoup les limites des individus et même des groupes.

Le mot évolution servant à désigner une théorie générale de la formation du monde a un tout autre sens. Pour H. Spencer (1854), l'évolution s'observe dans tous les domaines. Elle consiste dans le passage d'un état incohérent, indéfini, homogène, à un état cohérent, bien défini, hétérogène, et résulte uniquement des actions réciproques que les parties exercent les unes sur les autres, actions fatales, et d'autant plus complexes que les parties en présence le sont plus elles-mêmes. Cette évolution n'est pas dirigée, elle dépend uniquement des lois physico-chimiques et de l'interaction des parties. D'ailleurs Darwin montrait à ce moment même, dans la sélection naturelle, conséquence de la lutte pour l'existence, le principe régulateur capable d'expliquer mécaniquement l'ordre général et les adaptations parfaites des êtres vivants qui avaient semblé jusque-là exiger l'intervention d'une puissance créatrice.

Aussi dès ce moment s'implanta dans les esprits l'idée d'une évolution purement mécaniste. La formation des êtres vivants, qui avait toujours été considérée comme un problème à peu près inabordable, parut au contraire facilement compréhensible. Le transformisme se confondit avec la théorie de l'évolution et les deux mots furent facilement employés l'un pour l'autre. Tout partisan de l'évolution s'appuya volontiers sur le transformisme, de démonstration si facile en apparence, et tout transformiste considéra la théorie partielle et limitée de Darwin comme un simple chapitre de l'évolution générale.

De ce mutuel appui les deux théories ont retiré de grands avantages pour la conquête du monde intellectuel, chacune venant à son tour au secours de l'autre, et servant à réfuter ses contradicteurs. Comment en effet peut-on nier la valeur du transformisme lorsqu'on voit l'évolution s'imposant partout? Comment d'autre part nier le côté purement mécaniste de l'évolution, lorsque la

sélection naturelle nous offre la solution des problèmes biologiques les plus troublants?

Et pourtant l'évolution et le transformisme sont deux choses bien différentes. C'est faire une grave équivoque que de les confondre, et leur contradiction est manifeste, aussi bien dans le domaine de l'évolution générale paléonologique que dans celui de l'évolution individuelle ou développement.

Évolution paléontologique.

Nous commencerons par l'évolution paléontologique et nous essaierons de voir si elle répond vraiment, comme on a coutume de le dire, au développement mécaniste que suppose le transformisme.

Le transformisme exige théoriquement une continuité parfaite entre tous les rameaux de l'arbre phylogénique, et s'il admet, sans difficulté, des extinctions et des disparitions partielles, il demande cependant que la plupart des rameaux se prolongent les uns dans les autres, que les liens soient aussi multipliés et aussi directs que possible entre les formes actuelles et celles du passé. Il veut que les animaux se succèdent de telle manière que les plus récents dérivent directement de leurs prédécesseurs chronologiques, et que les types soient génétiquement liés entre eux dans l'ordre que fait supposer leur complexité relative.

Est-ce bien là l'image que nous donne la paléontologie? Pour en juger, examinons le développement d'un embranchement, celui des vertébrés qui offre du reste pour cette étude des avantages particuliers. C'est le seul qui apparaisse à un moment donné dans les couches fossilifères et dont nous puissions ainsi voir le commencement. Il existe un temps où il n'est pas encore représenté, puis on le rencontre une première fois et on peut le suivre dès ce moment sans lacunes stratigraphiques dans la succession

de ses types et de ses espèces. D'autre part, composé d'êtres très compliqués et d'une très grande puissance, il tient une place prépondérante dans les ensembles de formes vivantes qui caractérisent les différentes époques, et dont la composition est étroitement en rapport avec lui. C'est donc un exemple excellent pour saisir la marche générale et les détails de l'évolution paléontologique.

Voyons d'abord le déploiement de ses différentes classes, nous examinerons ensuite comment il se combine avec celui des autres formes, animales ou végétales, pour constituer avec elles des mondes vivants successifs.

La première origine de l'embranchement est inconnue. Les premières formes par lesquelles il se manifeste sont des poissons dont quelques espèces très aberrantes (ostracodermes et antiarchi) apparaissent à la fin du silurien. Dès le dévonien la classe des poissons est représentée par des espèces appartenant aux quatre types principaux (sous-classes) qui se continueront sous diverses formes jusqu'à nos jours : les élasmobranches, les téléostomes, les dipneustes et les cyclostomes. Les élasmobranches, auxquels appartiennent les raies et les squales actuels, sont représentés tout d'abord par des familles spéciales, qui ne dépassent point l'ère primaire, et qui ont naturellement des caractères superficiels particuliers, mais qui possèdent toute l'organisation des poissons de ce groupe et notamment leur appareil branchial si important dans les corrélations organiques. Les téléostomes qui renferment les poissons osseux actuels, base de la faune ichthyenne, et les formes rangées autrefois dans le groupe des ganoïdes ou poissons à écailles dures et émaillées, étaient représentés au dévonien par quelques-unes de ces dernières formes, les unes (crossoptérygiens) se rapprochant de certains ganoïdes actuels comme le polyptère, les autres tendant plutôt vers les esturgeons. Les dipneustes, ou poissons à branchies et à poumons, comptaient alors des formes plus variées et plus nom-

breuses que celles qui les représentent aujourd'hui. Les cyclostomes, parfois opposés comme type à tous les autres poissons, consistaient alors en des formes cuirassées, bien différentes des actuelles. A côté de ces poissons typiques, dont l'organisation se perpétuera jusqu'à nos jours, se trouvaient les types aberrants dont nous avons parlé, plus un autre, le groupe des arthrodères comportant de nombreuses espèces, de taille et de puissance différentes, mais dont quelques-unes, d'une grande force et bien armées, devaient être les tyrans des mers dévoniennes.

A l'époque secondaire on ne connaît plus que les trois sous-classes fondamentales des élasmobranches, des téléostomes et des dipneustes, mais elles se présentent avec des formes nouvelles. Pour les élasmobranches ce sont les familles actuelles des squales et des raies qui commencent à apparaître au jurassique et au crétacé, et dès la première moitié du tertiaire toutes ces familles sont représentées.

Pour les téléostomes, tandis que le type des crossoptérygiens se continue par un petit nombre d'espèces, une abondante floraison de familles nouvelles éclôt, dès le jurassique inférieur, formant un groupe riche et varié (holostéens) qui remplit toute la fin de la période secondaire et dont il ne reste plus aujourd'hui que les *Amia* et les lépidostées. Les dipneustes, moins nombreux qu'au primaire, se continuent par le genre *Ceratodus* du trias, prolongé, presque sans modifications appréciables, par le *Neoceratodus* actuel. Les chondrostéens sont représentés aussi par un petit nombre d'espèces. Les deux groupes dominants du secondaire sont les holostéens, les premiers squales et les premières raies. Mais en même temps commencent à apparaître parmi les holostéens quelques formes de poissons osseux vrais ou téléostéens, qui vont foisonner à la fin du crétacé et au début du tertiaire pour donner les innombrables espèces des téléostéens actuels,

au nombre de plus de quinze mille. A côté d'eux les chondrostéens se développent à la même époque en les esturgeons actuels et leurs parents les polyodontes.

La faune ichthyologique actuelle comprend, avec quelques reliques du passé peu nombreuses, telles que dipneustes, polyptères, chondrostéens, un nombre immense de téléostéens, remontant au plus tard au début du tertiaire, mélangés à une quantité beaucoup moindre de squales et de raies.

La formation de la classe des poissons ne s'est point effectuée suivant une progression continue et régulière. Ses rameaux actuels ne sont pas le prolongement des familles anciennes, il s'en faut de beaucoup. Les principales combinaisons organiques dont le type poisson paraît susceptible existent dès le début et sont accompagnées, pendant le primaire seulement, de quelques formes aberrantes. Au secondaire une importante floraison de formes nouvelles (holostéens) se fait sur le type téléostome, puis disparaît à peu près complètement à la fin de cette période en laissant la place aux téléostéens qui vont donner une floraison plus riche encore. Les élasmobranches sont représentés dans les temps primaires par diverses formes qui disparaissent avec cette période, tandis que de nouvelles familles, apparues au jurassique, vont fournir les squales et les raies.

Dans cette longue évolution qui occupe presque toutes les couches fossilifères, il ne s'est formé aucun type d'organisation nouveau. Les types du début se sont maintenus sans changements importants. La principale différence que présentent leurs formes récentes, par rapport aux anciennes, consiste dans l'ossification (téléostomes) ou dans la calcification (élasmobranches) plus complètes de leur squelette axial, en particulier des corps vertébraux. Mais c'est là un perfectionnement local, qui ne modifie pas l'organisation fondamentale. Il s'agit en effet seulement de substituer à des formes lourdes et bien cui-

rassées, des formes plus mobiles, ce qui peut s'obtenir par le transfert du tissu osseux de la peau à la colonne vertébrale, sans changer les muscles ni leurs insertions, qui ne se font guère directement sur les os, chez les poissons (1).

Il faut noter que les formes actuelles ne sont pas plus puissantes et plus perfectionnées que les anciennes. Au dévonien, les arthrodères étaient les maîtres des faunes marines, cette maîtrise est passée successivement en grande partie aux reptiles marins du secondaire et aux cétacés de nos jours, qui la partagent d'ailleurs avec quelques formes ichthyennes vivantes, mais celles-ci ne sont aucunement la plus haute réalisation du type poisson.

Il en est de même pour les amphibiens. Les formes les plus vieilles ne sont pas les plus simples. Les stégocéphales apparaissent dès le carbonifère avec des espèces de petite, puis d'assez grande taille, mais toujours bien cuirassées, pour se continuer au trias par les labyrinthodontes puissants, bien armés, se rapprochant par leur genre de vie des crocodiles. Les batraciens de nos jours sont bien au-dessous d'eux par leur complication et par leur force, et il en est de même des urodèles, nés comme eux au jurassique, et dont certains subissent une dégradation très prononcée (atrophie du poumon).

Pour les reptiles, même observation; les plus différenciés, ceux en qui l'on a voulu voir les précurseurs des mammifères, les théromorphes, vivent pendant le permien et le trias alors que s'effectue la différenciation du groupe. Les dinosauriens à membres dressés, à taille souvent considérable et même gigantesque, existent eux aussi, bien avant les lézards qui occupent à peu près, parmi les reptiles, la place des urodèles chez les amphibiens. Les tortues et les crocodiles, apparus dès le trias, se rappro-

(1) Voyez VIALLETON (L.), *Morphologie des vertébrés*, p. 273.

chent beaucoup des formes actuelles dès le crétacé. D'ailleurs leurs différences avec celles-ci sont surtout génériques ou spécifiques, c'est-à-dire secondaires par rapport à l'organisation qui est fixée depuis longtemps. Comme chez les poissons, les types se développent par bouffées de formes dès le début du jurassique, sans qu'il y ait un rapport nécessaire entre l'âge géologique et la complication anatomique. D'une part, en effet, des formes faibles et moins élevées, comme les sauriens, se développent tard, n'apparaissant qu'au crétacé pour s'épanouir seulement au tertiaire et de nos jours, tandis que d'un autre côté les formes les plus hautes (théromorphes, dinosauriens) sont nées beaucoup plus tôt et ont entièrement disparu.

Les oiseaux apparaissent assez tard. L'archæoptéryx est du jurassique moyen. Vers la fin du crétacé se montrent quelques espèces d'échassiers et de palmipèdes en même temps que vivent des formes aberrantes pourvues de dents. A partir de l'éocène, la plupart des groupes actuels apparaissent et se développent vite, étant presque tous achevés au miocène. Là encore il y a comme une bouffée de types éclatant au début du tertiaire.

Les mammifères sont, en gros, de l'âge des oiseaux, bien qu'ils remontent avec *Dromatherium* jusqu'au trias, mais pendant tout le secondaire ils restent à l'état de raretés à côté des innombrables reptiles, et ne s'épanouissent largement qu'à l'éocène basal. Sans doute on connaît aujourd'hui quelques mammifères placentaires nouveaux du crétacé, déterrés en Mongolie. Néanmoins la marche habituelle de l'évolution des vertébrés se montre encore pour les mammifères : la floraison soudaine du groupe à partir de l'éocène et sa différenciation précoce et rapide en ordres, si bien qu'à la fin de l'oligocène il ne se forme plus guère que des familles, et la plupart de celles qui vivent encore aujourd'hui remontent au moins au miocène.

Si l'on essaie de se représenter l'ensemble de cette évolution des vertébrés, l'image qui vient immédiatement à l'esprit est, comme on l'a déjà dit bien des fois, celle d'un feu d'artifice. Mais il faut ajouter, d'un feu dont les différentes pièces seraient emboîtées les unes dans les autres de façon à éclater à des moments successifs. Une première pièce explose et ses éclats, plus ou moins écartés les uns des autres, durent pendant un certain temps, tandis que la pièce emboîtée en elle reste encore silencieuse pour éclater à son tour en donnant aussi une ou plusieurs pièces qui se comporteront de même ultérieurement. L'emboîtement des pièces les unes dans les autres est la seule continuité que l'on puisse trouver en elles. Cette continuité n'est pas évolutive, en ce sens que les nouveaux éclats ne prolongent pas les anciens, mais viennent d'un nouvel engin, issu il est vrai de celui qui a donné naissance à ces derniers ou d'une même origine que lui. Ces nouveaux éclats, ou pour parler d'une façon plus conforme à la réalité, ces nouveaux rameaux, sortent donc si l'on veut de la même source que les premiers, mais leur formation est difficile, sinon impossible à suivre; le plus souvent on ne peut les rattacher directement et d'une manière certaine à aucun des rameaux qui les ont précédés, pas plus d'ailleurs qu'on ne peut les relier entre eux. Tout se passe comme si les germes de ces floraisons successives, issus d'une même formation ou création préalable, avaient été répartis de façon à n'éclore que successivement chacun au temps voulu.

C'est ainsi que doivent s'interpréter, semble-t-il, les données actuelles de la paléontologie. L'arbre phylogénique n'est pas un et continu. Il y en a plusieurs, peut-être unis à leur racine cachée sous la terre, mais à coup sûr irrémédiablement séparés dès leur sortie du sol, et dont les rameaux se terminent tous entièrement, à différentes époques, sans engendrer d'autres formes qui les continuent. Toutes les formes nouvelles viennent en effet

de bourgeons d'attente qui semblent dissimulés çà et là sur la tige théorique de l'arbre phylogénétique considéré. Tous les troncs phylétiques ont la forme buissonnante et tous leurs rameaux, déployés, sont destinés à mourir, les rameaux nouveaux naissent sur la souche cachée et se déploient en un nouveau buisson destiné au même sort que le précédent.

Les formes vivantes, c'est-à-dire les familles naturelles, éventuellement les sous-ordres, sont des réalisations formelles des divers types d'organisation, capables de vivre et d'agir d'une certaine façon dès leur première apparition. Elles ont pris naissance d'une manière indépendante ou par une mutation d'une telle envergure et d'une appropriation si parfaite à son nouvel emploi qu'elle répond à une véritable création. Leurs formes secondaires, genres et espèces, sont des adaptations spéciales, des accidents nés sur elles, qui ne changent rien au fond à l'idée propre ou spécifique que la forme initiale réalise dans l'organisation donnée.

La succession géologique des êtres constitue bien une évolution, puisque des corps de même type, et par conséquent reliables au moins idéalement, se montrent successivement sous des formes différentes. Mais cette évolution est tout autre que transformiste, puisque le point de départ de ses diverses phases n'est point du tout dans des formes vivantes, qui sont toutes isolées dès leur apparition et terminales, mais dans des germes, théoriquement reliés aux rameaux précédents, il est vrai, mais dont le développement n'est pas simultané avec le leur, attend son heure et suit des voies différentes. Et il ne faut pas dire que nous introduisons ici, avec l'idée de ces germes d'attente, quelque chose de nouveau et d'arbitraire, car ils répondent exactement à ces « formes fondamentales générales primitives » qu'Haeckel avait été obligé d'inventer pour suppléer au manque d'intermédiaires entre les différentes formes et pour répondre à

certaines nécessités de l'évolution, notamment à celle de donner pour origine aux différentes formes d'un même type un être assez indéterminé pour qu'il puisse, sans trop de difficultés, se continuer dans chacune d'elles. Ces créations d'Haeckel ont été reconnues imaginaires et inexistantes, mais la place qu'elles occupaient reste vide, et c'est pourquoi je me suis permis de la combler par les germes dont il a été parlé, mot dont le sens indéterminé adu moins l'avantage de bien faire ressortir les coupures et les interruptions dans la continuité de l'évolution réelle, telle qu'on peut la reconstruire avec les données actuelles. Il est à remarquer que ces coupures sont toujours situées à la base des grands rameaux phylétiques. qu'il s'agisse de familles, d'ordres, de classes ou d'embranchements; elles sont généralement acceptées, bien que certains espèrent les voir combler par les découvertes utures. Il ne faut donc pas opposer à cette affirmation de la discontinuité des grands types la continuité des nombreux rameaux phylétiques, familiaux, génériques, ou même spécifiques, que les paléontologistes dressent avec tant de soin et tant de succès. Ce sont là deux choses bien différentes, et jamais l'orthogenèse la mieux établie des équidés, des proboscidiens, des rhinocéros ou de tant d'autres petits groupes, ne prouvera rien en faveur de la continuité des classes ou des ordres. C'est une chose fondamentale que l'on ne doit pas oublier.

L'évolution des plantes terrestres se poursuit presque parallèlement à celle des vertébrés et avec des caractères assez comparables aux siens. Ces deux groupes ont en effet un rôle capital dans le développement de la vie, dans l'expansion et la diversification extraordinaires des êtres vivants. Les vertébrés, en tant que formes animales les plus hautes et les plus actives, sont des consommateurs insatiables de matières organiques; ils ne peuvent exister que dans un monde abondamment pourvu de toutes les ressources nécessaires à leur coûteux entretien.

Les plantes y pourvoient de deux façons : directement comme seules créatrices des substances organiques, indirectement en permettant, par l'alimentation qu'elle leur fournit, la différenciation et la pullulation d'une quantité de formes animales inférieures qui servent à leur tour à nourrir beaucoup de vertébrés.

Les premiers végétaux terrestres bien connus sont les cryptogames vasculaires qui apparaissent au dévonien moyen avec les fougères, les équisétacées et les lycopodiacées. Les premières sont encore représentées aujourd'hui par un grand nombre d'espèces, dont quelques-unes seulement atteignent la taille d'arbustes. Puissamment développées à l'époque carbonifère, elles présentaient dans le terrain houiller des formes arborescentes pouvant atteindre plusieurs mètres de hauteur. Les équisétacées et les lycopodiacées, réduites aujourd'hui à un petit nombre d'espèces de petite taille, ont donné à l'époque houillère de grands arbres mesurant jusqu'à vingt ou trente mètres de hauteur et un diamètre à l'avenant. Toutes ces formes puissantes, et par conséquent riches en tissus différenciés, ont apparu de très bonne heure, presque aussi tôt que les types auxquels elles appartiennent. Singulière évolution qui se hâte de fournir, à point nommé, les produits les plus compliqués des types inférieurs, pour n'en plus donner ensuite que de simples. Mais cette singularité va de pair avec ce que nous montrent les amphibiens qui peuplent ces terres et dont les formes, voisines encore du moment de leur apparition, possèdent cependant une complexité et une puissance bien supérieures à celles de leurs successeurs. La forêt houillère hébergeait une quantité d'insectes, de mollusques terrestres et sans doute de vers qui formaient la nourriture des petits amphibiens, dévorés à leur tour par les plus forts. Comme la forêt équatoriale actuelle, elle constituait un réservoir de vie inépuisable. Elle ne contenait d'ailleurs pas que des cryptogames et comptait

déjà des gymnospermes particuliers, les chordaïtés qui disparaissent avec la fin des temps primaires, puis quelques conifères et cycadés débutants.

Ces deux derniers groupes vont former avec les fougères persistantes le monde végétal d'une grande partie de la période secondaire. Les angiospermes apparaîtront seulement à la fin du jurassique supérieur, avec les monocotylédones qui s'accroissent pendant le tertiaire et atteignent à notre époque un grand développement.

Les dicotylédones apparaissent un peu plus tard dans le crétacé, et donnent vers la fin de cette époque plusieurs genres encore vivants. Dès l'éocène la plus grande partie des formes actuelles est représentée par des genres qui se continuent encore aujourd'hui.

Il est impossible de n'être pas frappé par la coïncidence remarquable qui existe entre l'évolution des angiospermes et celle des mammifères. Ces plantes forment comme le fonds indispensable à la vie de ces derniers, et leur fournissent non seulement les matériaux directs ou indirects de leur alimentation, mais encore les milieux dans lesquels ils vivent, parfois d'une manière toute spéciale, comme font les oiseaux et les mammifères arboricoles.

Cette brève esquisse montre qu'une évolution régulière et mécaniste, telle que pourraient la donner les facteurs transformistes, s'éloignerait beaucoup de celle que l'on peut constater. En effet on ne voit pas à chaque époque se succéder simplement des formes consécutives régulièrement sériées comme l'évolution mécaniste les suppose, et uniquement occupées, pour ainsi dire, à poursuivre leur propre évolution, mais bien des formes coordonnées entre elles de manière à constituer un ensemble cohérent, renfermant les divers degrés de complexité et de puissance que peuvent présenter les êtres vivants : des forts et des faibles, d'humbles plantes ou des arbres magnifiques, avec les différentes associa-

tions animales et végétales que l'on trouve dans toutes les faunes et dans toutes les flores. Et pour réaliser ces complexes si variés, la nature saura utiliser, dès le début, les premières formes apparues, pour en faire les espèces les plus puissantes, sans attendre qu'une longue durée préalable leur ait permis d'atteindre cet état par une longue série de perfectionnements graduels. A-t-elle besoin d'arbres? Elle sait donner rapidement aux cryptogames vasculaires les tissus qu'il faut pour posséder la résistance nécessaire. Faut-il une classe puissante de vertébrés terrestres capable de dominer le monde vivant pendant la fin des temps primaires? Sans changer le type amphibien toujours construit sur le modèle ichthyen, sans cou, sans cavité thoracique plus ou moins distincte, avec un système vasculaire conservant maintes traces de son fonctionnement branchial, elle fait les stégocéphales, tous plus complexes et mieux armés que les amphibiens d'aujourd'hui, et réalise parmi eux, avec les labyrinthodontes, des prédateurs qui ne le cèdent guère à leurs successeurs du secondaire.

La caractéristique dominante de l'évolution paléontologique est de donner toujours, à quelque moment qu'on l'examine, un monde vivant très différencié et complet, c'est-à-dire renfermant tous les degrés de force et de variété nécessaires pour assurer le plus grand déploiement possible des potentialités de la vie. Même alors que les vertébrés n'existaient pas encore, les gigantostracés et les céphalopodes les remplaçaient, en tant que prédateurs puissants et agiles, capables par là d'activer les échanges de matière, indispensables à la réalisation de formes innombrables. Dès le dévonien, les arthrodères les remplacent dans les mers et ce rôle n'a jamais manqué d'agents par la suite.

Dans le dévonien et le carbonifère, les amphibiens ont rempli la plupart des fonctions accomplies plus tard par les reptiles. Ils ont donné des insectivores terrestres ou

aquatiques comme nos urodèles ou nos batraciens, des grimpeurs comme les lézards, des serpentiformes fouisseurs et hypogées comme les cécilies, des prédateurs aussi puissants que les crocodiles. Seule la forme volante ne paraît pas avoir été réalisée par eux.

Bien plus divers encore ont été les sauropsidés avec leurs formes rampantes ou dressées, herbivores ou carnivores, merveilleusement adaptés à la vie aquatique, assez bien organisés comme voiliers, et donnant enfin dans cette réalisation spéciale de leur organisation générale que constituent les oiseaux, l'exemple le plus merveilleux de ce que peut faire un ensemble de corrélations tendant à une fonction supérieure, comme le vol parfait qu'ils peuvent seuls exécuter.

De même que les corrélations entre les différents systèmes organiques des oiseaux portent sur des organes aussi différents et aussi séparés en apparence que les plumes, les poumons et les mains (voy. p. 121), de même les corrélations les plus étroites, les enchevêtrements les plus inattendus existent entre les plantes et les vertébrés terrestres aux diverses périodes géologiques.

En un mot l'évolution paléontologique nous montre une série de mondes vivants successifs, formés à chaque époque à l'aide de types morphologiques différents, d'une valeur croissante, il est vrai, mais dont chacun peut donner, à l'époque pendant laquelle il domine, toutes les formes essentielles que réclame un plein épanouissement de la vie, fortes et faibles, adaptées à toutes les fonctions, à toutes les places que l'on peut trouver dans la nature. Elle se montre donc transcendante aux évolutions particulières de chaque groupe, qu'elle dépasse, et dont elle sait tirer parti, malgré leur imperfection relative, faisant des formes puissantes, lorsqu'il le faut, avec des types dont la nature paraissait mal se prêter à ces constructions, pour lesquelles ils ont du reste été abandonnés par la suite et remplacés par d'autres mieux appropriés.

Cette marche de l'évolution ne peut se comprendre que par une direction extérieure aux mondes qui en sont l'objet et qui, pour l'édification de ces derniers, joue des matériaux morphologiques dont elle dispose sans se préoccuper de leur degré d'avancement général, et comme à l'inverse de ce que l'on devrait attendre d'une seule évolution mécaniste.

Évolution ontogénique.

Comme l'évolution de l'ensemble dépasse à chaque période géologique les évolutions partielles des groupes existant à ce moment, puisqu'elle réalise toujours un monde vivant complet avec les principales fonctions qu'il comporte, de même le développement individuel transcende l'évolution des appareils qui composent l'individu, parce qu'il implique la forme, qui se superpose à eux et règle leurs dispositions particulières en même temps que leur emploi.

L'évolution des appareils ne consiste d'ailleurs pas en une série unique d'arrangements successifs, comme on tend trop facilement à le croire. Elle se présente bien plus souvent avec des directions divergentes, et dans chacune de celles-ci, quelques phases seulement peuvent être disposées en série. L'évolution générale, que l'on peut toujours retracer idéalement entre les divers types, n'est donc pas le résultat d'une complication régulièrement poursuivie de leur structure, mais elle s'établit au contraire sur des états évolutifs bien différents, et dont chacun a sa raison dans la manière d'être du type considéré bien plus que dans la nécessité de former un degré dans l'ascension générale. Il existe une gradation physiologique incontestable entre les diverses classes des vertébrés, poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux, mammifères, gradation que Cuvier avait parfaitement reconnue

et qu'il attribuait avec juste raison au développement de plus en plus parfait de la fonction respiratoire. Mais combien s'en faut-il que ce perfectionnement soit atteint par une marche uniforme, effectuée dans une seule direction! C'est ce que vont montrer quelques indications sur les principales dispositions de l'appareil circulatoire en rapport avec la respiration.

Les troncs d'origine du système artériel dérivent des arcs aortiques, vaisseaux disposés par paires sur les côtés du pharynx de l'embryon et qui font communiquer le cœur, placé ventralement au pharynx, avec l'aorte située dorsalement par rapport à cet organe. Ces arcs sont typiquement au nombre de six paires dont chacune passe dans un arc viscéral pour se rendre du cœur à l'aorte. Ce système aortique subit des remaniements assez considérables parce qu'il fournit les vaisseaux de la tête (en dehors de ceux du cerveau) et ceux de l'appareil respiratoire. En rapport avec cette dernière fonction il présente deux modes d'évolution absolument divergents, suivant que l'embryon donnera un animal respirant, ne fut-ce que peu de temps, par des branchies, (poissons, amphibiens), ou bien un amniote chez qui il n'y aura jamais de branchies. Dans le premier cas chaque arc — moins le premier qui est affecté à la face et à la mandibule, non respiratoires — se dédouble suivant sa longueur, dans l'arc viscéral auquel il appartient, en donnant un vaisseau relié au cœur, un autre se continuant dans l'aorte dorsale, et entre lesquels se développe le réseau capillaire des lamelles branchiales qui apparaissent à ce moment pour servir à la respiration. C'est un premier fait qui supprime d'emblée toute continuité entre ichthyopsidés (poissons et amphibiens) et amniotes.

Dès qu'il se produit, l'animal est irrévocablement fixé comme ichthyopsidé et n'a plus rien de commun avec les amniotes. Aucun de ceux-ci ne passe en effet par le stade qui vient d'être franchi, aucun ne dédouble ses arcs aor-

tiques, aucun ne possède jamais une seule lamelle branchiale. S'il y a une ressemblance entre un amniote et un poisson elle n'existe qu'avant le dédoublement des arcs aortiques et l'apparition des lamelles branchiales; dès ce moment en effet l'*arc viscéral* commun aux embryons de tous les vertébrés est devenu un *arc branchial* qui jouera dans l'organisation des ichthyopsidés un rôle qui n'a pas d'équivalent exact dans celle des amniotes. Les deux organisations s'opposent d'une manière complète. Du reste la comparaison qui en est faite avant ce stade décisif est plus métaphorique qu'exacte. L'amniote n'a jamais à proprement parler passé par le stade poisson, car au moment où cette qualification peut lui être attribuée, à cause de la présence d'arcs viscéraux, l'accroissement prépondérant de son épisome, le glissement en avant de ses protovertèbres craniales et l'enroulement sur lui-même qui en résulte, montrent bien sa nature tout autre que celle d'un ichthyopsidé. Ces comparaisons métaphoriques que Cuvier avait déjà démasquées remplissent la morphologie actuelle et doivent être soigneusement évitées.

Cette première divergence dans le développement de l'appareil vasculaire ne demeure pas unique, elle s'accompagne d'autres qui nous éloignent de plus en plus des quelques schémas généraux dont les manuels se contentent pour l'histoire de cet appareil. Chez les poissons il y a autant d'arrangements différents que de sous-classes ou de grands ordres. Les vaisseaux branchiaux ne restent pas les mêmes suivant que les branchies seront en bourse (cyclostomes), en table (élasmobranches) ou en peigne (téléostomes et dipneustes). Dans chacun de ces cas l'écartement des arcs, leur insertion sur le tronc artériel qui leur apporte le sang du cœur, la longueur de ce tronc et la situation du cœur lui-même, présentent diverses dispositions particulières ou, suivant le mot à la mode, autant d'évolutions spéciales, qui

tiennent au développement propre de la tête, de l'appareil branchial, de la région jugulaire, en un mot à la forme.

Le second mode d'évolution des arcs aortiques (amniotes) ne comporte jamais de dédoublement de ces arcs qui restent uniques, mais subissent des atrophies partielles à la suite desquelles ils prennent les dispositions suivantes : les deux premières paires forment les carotides externe et interne, la troisième donne le tronc commun de ces carotides, la quatrième forme la ou les crosses aortiques, la cinquième s'atrophie de très bonne heure et disparaît, la sixième donne la ou les crosses pulmonaires. Cette simple énumération indique déjà des divergences assez fortes, puisqu'elle enregistre la perte de deux crosses, l'une aortique, l'autre pulmonaire, mais ce n'est pas tout et il y a encore d'autres différences. La quatrième paire donne en effet les deux crosses aortiques des reptiles dont nous avons déjà signalé le rôle particulier (p. 136), puis la crosse aortique unique des oiseaux, formée par le quatrième arc à droite, le gauche s'atrophiant, tandis que chez les mammifères la droite disparaît et c'est la gauche qui persiste pour former la crosse de l'aorte. La sixième paire donne les crosses pulmonaires chez les reptiles, c'est-à-dire les deux artères pulmonaires droite et gauche se continuant initialement chacune dans la crosse aortique correspondante par un canal de Botal, tandis que chez les mammifères il n'y a qu'une seule crosse pulmonaire, à gauche, avec un seul canal de Botal.

Là encore, l'évolution ne s'effectue donc pas dans un seul sens, mais dans des sens opposés et qui s'excluent. D'ailleurs le type vasculaire général de chaque classe, qui vient d'être brièvement résumé ci-dessus, ne reste pas uniforme dans toute la classe et subit des arrangements particuliers dans ses détails. Ainsi les reptiles ont toujours deux crosses aortiques, mais l'écartement des différents arcs primitifs ne reste pas le même. L'accroisse-

ment interstitiel de la paroi ventrale de l'embryon qui accompagne la formation du cou se produit tantôt en avant du quatrième arc, entre le troisième et lui qui se trouvent ainsi fortement écartés (varans, serpents) ou entre le deuxième et le troisième qui se trouve alors rejeté en arrière avec les deux derniers, à l'extrémité de la cavité thoracique (autres reptiles). Chez les mammifères l'écartement des arcs rappelle celui des varans, chez les oiseaux celui des autres reptiles. D'autres détails encore subissent des influences analogues, de sorte que la topographie, les rapports, les parties persistantes ou disparues, le lieu d'insertion des différents troncs, etc., changent avec les principales formes, d'où il résulte que ce sont elles, et non l'état général d'évolution de l'appareil dans le groupe examiné, qui déterminent en définitive la structure.

Il en est de même pour tous les appareils. Les livres exposent très bien l'idée générale que l'on peut se faire de chacun d'eux, mais ils négligent leurs réalisations formelles, ce qui accentue le caractère théorique des descriptions données, et plonge souvent dans des difficultés inextricables l'étudiant chargé de disséquer et de comprendre un de ces animaux dont on ne lui a fait connaître qu'un schéma.

L'obsession de l'idée d'évolution conduit parfois à de singulières conceptions du développement des organes. Parlant de la tunique sous-muqueuse du tube digestif, Policard écrit : « Au niveau des régions où dominent les broiements alimentaires, par exemple à la voûte palatine, cette sous-muqueuse a disparu par adaptation » (1). Mais a-t-elle jamais existé? On ne la voit nulle part à cette place, ni chez les autres vertébrés, ni chez les invertébrés. N'est-il pas plus simple de penser que dans l'intestin

(1) Policard (A.), *Précis d'histologie physiologique*, 1re édit. 1922, p. 548. Cette phrase a disparu dans la seconde édition.

embryonnaire cette couche se développe ou non suivant les besoins? Plus loin le même auteur dit encore : « les papilles filiformes (de la langue) représentent chez l'homme les vestiges d'organes de broiement très développés chez certains animaux » (1) parmi lesquels il cite les rongeurs. Pourquoi les vestiges? Parce que les rongeurs étant plus simples que les primates doivent être parmi leurs ancêtres? Mais nos papilles linguales n'ont rien de rudimentaire ni de vestigial. Elles sont moins grandes et moins dures que celles des rongeurs, mais elles sont aussi plus sensibles. En réalité elles sont autres, parce que les primates sont autre chose que les rongeurs et qu'individuellement chacun de leurs organes exprime, pour sa part, cette différence.

Comment donc peut-on comprendre la formation de ces organes? Notre peau a d'abord chez l'embryon une structure uniforme; elle comprend un derme embryonnaire plan et sans papilles, puis une couche épithéliale peu épaisse. Après le troisième mois commencent à apparaître les papilles, et, comme elles sont différentes suivant les régions, elles naissent aussi différentes, plus fines, plus longues et plus serrées aux lèvres, plus larges, plus simples, plus courtes, dans les régions moins sensibles de la peau. Pense-t-on que le premier mammifère avait une peau à papilles uniformes et simples sur toute la surface de son corps, et qui se seraient différenciées peu à peu à l'usage? C'est d'autant plus improbable que chez tous les vertébrés la peau de l'extrémité antérieure n'a pas exactement la même structure que celle du reste du corps; elle est plus fine, enrichie de terminaisons nerveuses plus variées, qualités évidemment en rapport avec la place qu'elle occupe. Mais cette différenciation précoce de la peau, cette polarisation si l'on peut ainsi parler, qui

(1) Policard (A.), *Précis d'histologie physiologique*. 1re édit. 1922, p. 553-554.

s'exprime aussi bien dans la structure simple de cette membrane que dans l'anatomie tout entière, permet peut-être de présenter une hypothèse.

Les papilles de la peau ne sont point des organes indépendants, séparés les uns des autres de manière à agir individuellement et à subir une à une les actions des milieux. Ce sont des modifications locales, fondues dans la structure générale de la peau, et qui sont étroitement liées aux propriétés de celle-ci. Ne pourrait-on pas les considérer comme les premières traces visibles, bien que non encore extérieurement individualisées, des dispositions invisibles que nous sommes bien obligés d'admettre à la base de toute organisation. On peut penser en effet qu'elles ont des homologues indiscernables dans la couche périphérique des protozoaires polarisés, comme les infusoires, dont toute la surface ne peut avoir la même structure puisqu'elle ne se présente pas de la même façon aux milieux, suivant qu'elle appartient au pôle antérieur ou au pôle postérieur. Qu'on ne me fasse pas dire que les infusoires auraient des papilles invisibles, parcourues par des globules du sang également non perceptibles. Mais l'organisation de leur couche périphérique comporte des parties différentes, complémentaires, qui ont pris naissance en même temps que se faisait l'infusoire et se sont arrangées conformément à la nature de ce dernier. C'est un exemple de la liaison immédiate qui existe toujours et dès le commencement, entre forme et fonction. Une fonction ne peut différer d'une autre — autant par exemple que le font les fonctions de la couche périphérique chez les divers protozoaires — sans qu'une disposition anatomique, perceptible ou non à nos sens, soit réalisée. La couche papillaire du derme des mammifères est une différenciation de ce tissu qui doit être contemporaine de la formation du type mammifère, et qui doit avoir acquis en même temps les différences régionales que ses fonctions régionales lui imposaient.

La grosseur et la complexité des papilles semblent les écarter infiniment des organisations purement micellaires du protoplasme, mais c'est plus une question de grandeur ou d'échelle qu'une question de différence foncière, et de même que chaque organisation pelliculaire de la superficie des protozoaires a dû se faire en même temps que se constituait le type d'organisation auquel elle appartient, de même aussi s'organisait le derme des mammifères. Seulement au lieu de le faire avec des micelles invisibles il le faisait avec des parties complexes, tissu conjonctif, vaisseaux sanguins et lymphatiques, nerfs et corpuscules sensitifs qui se rassemblent parce que la papille se fait dans une organisation qui les comporte.

En un mot la nature particulière de chaque type d'organisation s'exprime non seulement dans son anatomie, mais dans son histologie, qui doit avoir dans la définition du type une place aussi importante que celle accordée jusqu'ici, à tort, à l'anatomie seulement. Tous les tissus d'un mammifère ont des caractères propres; il n'existe pas de véritables transitions entre eux et ceux des autres vertébrés, il en existe bien moins encore vers ceux des invertébrés. Un globule rouge sans noyau n'a jamais fonctionné avec la moitié ou le quart d'un noyau avant de perdre tout à fait ce dernier. Il en a eu un tant qu'il en avait besoin pour se multiplier et il l'a perdu lorsqu'il est passé à l'état parfait de pur vecteur d'hémoglobine. Il n'existe pas davantage de transition entre un poil et une plume. Tous deux comprennent, il est vrai, une papille dermique et un corps épithélial, mais à part cette communauté de composition, tout diffère : la grosseur relative des papilles, le tissu plus abondant et plus corné de la plume, l'absence de couche granuleuse de l'épiderme chez l'oiseau qui met une telle différence entre le mode de formation de chacun de ces appendices. Le duvet des jeunes oiseaux ressemble grossièrement à des plumes, histologiquement il en diffère profondément. Les diver-

gences des conclusions auxquelles sont arrivés les auteurs qui ont cherché à montrer les passages entre tissus et organes des différents groupes suffisent à montrer le caractère purement théorique et subjectif de ces tentatives.

L'idée que les papilles cutanées se forment d'emblée telles qu'elles doivent être pour réaliser la forme de l'être considéré, permet de comprendre bien d'autres formations plus compliquées sur lesquelles les transformistes ont exercé leur imagination et accumulé les hypothèses, comme les dents. Les dents ne sont que des papilles dermiques coiffées d'un revêtement épithélial, l'organe de l'émail, qui détermine la forme de leur couronne et sous lequel la papille développe l'ivoire. Chez les vertébrés non mammifères ce ne sont guère que des crochets destinés à retenir ou à déchirer les proies; elles sont isolées les unes des autres, elles ont toutes la même fonction et par conséquent ne présentent aucune coordination entre elles. Dès qu'un mammifère apparaît, comme il fait usage de la mastication, ses dents s'ordonnent les unes par rapport aux autres, et chacune revêt une forme en rapport avec sa position relative et la fonction qui en découle, les antérieures plus éloignées du pivot mandibulaire étant plus minces, moins fortes et coupantes, les postérieures plus rapprochées de ce pivot, et capables par conséquent d'actions de force, devenant plus puissantes, acquérant une couronne plus élargie pourvue d'un relief en rapport avec la fonction principale de la dent et avec les mouvements de la mâchoire. Il est vraisemblable que la forme de l'individu, dès qu'elle se réalise, entraîne la formation d'une denture convenable, comme elle modifie l'arrangement des troncs artériels, et comme elle règle les rapports réciproques et les proportions des segments des membres (1).

Cela ne veut pas dire que les parties ainsi formées ne

(1) Voyez p. 141-142.

puissent ultérieurement subir quelques modifications ou quelques complications en raison même de leur fonctionnement, mais elles doivent d'emblée atteindre un degré d'organisation suffisant pour donner une forme réelle qui apparaît toujours, aussi loin qu'on puisse remonter, comme viable et complexe, et non comme imparfaite, mixte, sans détermination suffisante pour être rapportée à un type formel bien net.

Ces faits se passent dans le domaine de l'appareil tégumentaire, mais on en retrouve d'analogues dans tout l'organisme. Nous avons passé d'une différenciation purement histologique, celle du derme, à la formation d'organes, les dents, en apparence indépendants mais en réalité reliés à tous les autres organes de la tête, parce qu'ils influent sur la forme et la puissance des mâchoires, l'étendue des fosses de la surface du crâne destinées à loger les muscles masticateurs, etc., etc. De là il est facile de passer à des cas où les corrélations peuvent paraître beaucoup moins immédiates, comme celles qui existent entre la structure du poumon, la présence des plumes et le squelette de la main chez les oiseaux.

Partout, par conséquent, nous voyons la forme se superposant à l'organisation générale, et réclamant un développement propre qui dépasse le degré d'évolution que l'on pourrait assigner à celle-ci. Comme le disait Cuvier, l'organisation d'un animal n'a sa pleine explication qu'en celui-ci et les tentatives de la représenter comme un stade déterminé dans une évolution générale sont purement subjectives.

Signification contraire des mots évolution et transformisme.

Cette longue étude permet de bien saisir l'équivoque qui se cache sous les mots de transformisme et d'évolution employés comme synonymes.

Le mot transformisme désigne une doctrine mécaniste qui explique la formation des êtres vivants par la seule action de causes naturelles, agissant sans direction et sans but. Un premier être très simple, une cellule ou un organisme encore plus simple étant donné, probablement par génération spontanée, ces causes naturelles sont parvenues, par leur continuité, par la longueur du temps parcouru et par l'accroissement de leur pouvoir, résultant de la multiplication des facteurs en présence, à produire le monde vivant, tel que nous le connaissons. L'ordre même qu'il présente résulte aussi de causes naturelles, l'élimination des inaptes par la lutte pour l'existence.

Le mot évolution est beaucoup plus ambigu. Étymologiquement il signifie simplement le déroulement de phénomènes consécutifs, liés entre eux et aboutissant à un résultat, mais ces phénomènes peuvent être dirigés ou non, le mot évolution ne le décide pas par lui-même. Il peut donc y avoir une évolution mécaniste aussi bien qu'une évolution dirigée.

L'examen que nous venons de faire montre que l'évolution réelle, celle que l'on constate soit dans l'histoire de la vie sur la terre, soit dans le développement individuel, suppose une direction déterminée, un ordre qui dépasse de beaucoup celui qui pourrait dériver d'une évolution mécaniste. Cet ordre en effet n'est pas simplement le résultat de l'élimination de l'inadapté, et comme l'aboutissant de lents tâtonnements; il est visible dès le début des choses, et il réalise, quand il le faut, des effets supérieurs à ceux que l'on devrait attendre d'après le transformisme au moment où ils se produisent. La réflexion montre qu'il devait nécessairement en être ainsi.

Dès le commencement il a fallu des créateurs de matière organique, des êtres capables d'employer cette matière à autre chose qu'à des synthèses organiques, et en particulier à des actions sensitivo-motrices. Il a fallu des destructeurs de matières organiques mortes, pour libérer

les éléments chimiques qu'elles renfermaient de façon à les remettre en circulation pour le cycle vital. Mais à côté de ces premiers agents indispensables, il en fallait d'autres pour maintenir la composition des milieux propres à la vie, les eaux et l'atmosphère. C'est pourquoi il est infiniment probable que la vie n'a pas commencé par une seule forme vivante mixte, mais par plusieurs formes différentes, complémentaires, concourant à assurer la vie de l'ensemble comme chaque être vivant est constitué lui-même de manière à maintenir et à propager sa vie propre. Cette multiplicité des premières formes est d'ailleurs admise par divers transformistes.

De fait, dès que l'on trouve des fossiles, ils appartiennent à plusieurs embranchements et constituent un monde complet dans lequel les fonctions nécessaires à l'ensemble sont toutes assurées. Sans doute on a fait remarquer bien des fois que les premières couches fossilifères ne nous faisaient connaître qu'un état déjà fort éloigné du début de la vie. C'est évident, mais il est certain aussi que le premier monde vivant fut déjà complexe et varié. L'histoire des vertébrés et celle des plantes terrestres, groupes qui ont apparu après les premières couches fossilifères, nous donnent une idée de ce qui a dû se passer toujours, et nous apprennent qu'il n'est pas besoin d'une longue suite d'hésitations et de tâtonnements pour faire des formes élevées, que des types relativement inférieurs, comme les amphibiens ou les cryptogames vasculaires, peuvent donner très rapidement des exemplaires très différenciés et très puissants, remplissant de bonne heure des rôles réservés dans les phases ultérieures à des organismes bien supérieurs.

Évolution ne veut donc pas dire, dans l'histoire générale du monde vivant, développement de groupes biologiques se poursuivant dans l'ordre de complication croissante qui est forcément celui du transformisme mécaniste, mais développement obéissant avant tout aux

nécessités de l'ensemble et transgressant ou renversant même pour cela l'ordre qu'exigerait le transformisme.

L'évolution individuelle montre de même la forme dépassant les types d'organisation, et imposant à chacun d'eux, à l'époque de sa prédominance, les modifications formelles nécessaires pour réaliser les idées fonctionnelles générales que l'on retrouve à toutes les époques dans des formes correspondantes ou représentatives, chargées d'accomplir — *mutatis mutandis* — les mêmes fonctions.

Cette double constatation dans l'évolution générale comme dans l'évolution individuelle, du souci constant du but à atteindre, montre que le mot évolution doit être pris comme le contraire même du transformisme.

Les mots évolution et transformisme s'opposent donc absolument si on les prend avec leur vrai sens, soigneusement établi sur un examen approfondi des faits, et les deux conceptions auxquelles ils répondent se comprennent aisément avec toutes leurs conséquences, il ne peut y avoir confusion.

Celle-ci renaît cependant à cause de l'ambiguïté initiale du mot évolution. Certains auteurs, comme Ed. Le Roy (1), reconnaissant la force des critiques faites au transformisme, disent que malgré ces critiques, le fait de l'évolution est acquis, que seules les anciennes théories du transformisme sont périmées. Le fait de l'évolution, sans doute, et nous l'avons assez dit dans ce chapitre, mais son interprétation? C'est à ce propos que la confusion recommence. Il y a en effet deux écoles opposées.

La première, celle de la majorité des transformistes français, tout en reconnaissant l'insuffisance des facteurs invoqués jusqu'ici, espère qu'elle sera comblée un jour par les découvertes futures, et en attendant elle se refuse à admettre l'intervention de tout facteur d'ordre vitaliste

(1) Le Roy (Ed.), *les Origines humaines et l'évolution de l'intelligence*. Paris, 1928.

ou psychique dans l'évolution qui, pour elle, dépend exclusivement de forces physico-chimiques.

La seconde, qui se dit aussi transformiste, n'hésite pas à introduire dans l'évolution soit la poussée d'un élan vital, soit celle d'une force psychique tendant à se perfectionner de plus en plus, c'est-à-dire ouvre largement la porte au vitalisme ou aux doctrines analogues. Il est bien évident que cette conception n'a rien de commun avec celle des transformistes mécanistes, car enfin la vérité ou l'erreur de la doctrine ne résident pas dans les petits faits comme le développement sérié de certains groupes limités, ou la diversification des espèces appartenant à un même type formel, que les uns et les autres admettent également, en les attribuant aux facteurs transformistes. Elle réside dans l'explication des grandes lois de l'organisation, ou de l'origine des embranchements, classes et ordres, qui est totalement différente si l'on admet une direction ou une poussée intérieure, ou si l'on n'accepte que des causes mécanistes.

Il importe de mettre en relief ces divergences doctri nales, et de ne pas laisser ignorer les acceptions si différentes dans lesquelles est employé le mot évolution. On verra ainsi à quelles équivoques se prêtent les termes, et combien peu solidement est assise une conception du monde qui paraissait ne plus rencontrer de contradicteurs.

Pour préciser les faits on pourrait les résumer dans les propositions suivantes :

Il y a une évolution indubitable, des changements successifs marquant les diverses périodes de l'histoire du monde, comme celles de la formation d'un individu.

Cette évolution n'est pas le résultat du transformisme mécaniste, c'est la réalisation d'idées créatrices, réalisation obtenue avec le concours d'une infinité de facteurs divers parmi lesquels ceux du transformisme mécaniste n'ont qu'une très faible part.

Le transformisme, en tant que théorie mécaniste, est absolument incapable d'expliquer la formation du monde vivant. Il peut en effet expliquer les diversifications secondaires des types formels, mais non l'origine de ces derniers et surtout celle des types d'organisation.

Le mot création qui avait été banni du langage biologique doit y reprendre sa place, au moins pour bien marquer le fait indubitable que le monde nous est donné comme un ensemble coordonné et par conséquent voulu à quelque moment et dans quelque partie qu'on le prenne. Le mot transformisme doit être abandonné parce qu'il désigne une théorie dont l'impuissance à donner ce qu'on lui demandait est manifeste.

CHAPITRE XII

RÉSUMÉ ET CONCLUSION. L'ILLUSION TRANSFORMISTE

Jusqu'au milieu du dix-neuvième siècle l'évolution et le transformisme n'avaient pu s'imposer faute d'une explication des transformations capable de rallier l'opinion du plus grand nombre. Darwin parut apporter, avec la sélection naturelle et la lutte pour l'existence, la solution de toutes les difficultés.

A la lumière de son explication, bien des faits invoqués en faveur de l'évolution et qui, à eux seuls, n'avaient pu triompher des objections faites à cette dernière, prirent une vigueur nouvelle, et dans les mains de chercheurs enthousiastes parurent former un ensemble irrésistible de preuves en faveur de la théorie darwinienne.

Haeckel, plus que tout autre, apporta à la doctrine transformiste le précieux concours de son érudition, de son talent de vulgarisateur, de son habileté à former des néologismes, qui lui permit de créer tout un vocabulaire à l'usage des conceptions nouvelles. L'anatomie et l'embryologie comparées reçurent de l'évolutionnisme une impulsion vigoureuse qui les renouvela pour ainsi dire.

Cependant quelques doutes subsistaient sur la puissance des facteurs invoqués par Lamarck et par Darwin, mais ils furent bientôt oubliés; quinze ans ne s'étaient pas écoulés depuis l'apparition du livre célèbre de l'auteur anglais, que les opposants du début étaient réduits au silence et que l'évolution triomphait partout.

Ce n'était pas que les objections faites à la théorie eussent été réfutées. Elles ne l'ont jamais été, mais elles étaient submergées et comme étouffées sous le flot toujours croissant des interprétations nouvelles, inspirées par le transformisme, et qui paraissaient répondre à tout.

Le transformisme avait le grand avantage de paraître donner une explication rationnelle ou purement mécaniste de la formation du monde vivant, de permettre de se passer de la création comme le disait Broca, pour qui c'était une raison suffisante de l'adopter, avant même qu'il eût fait ses preuves. L'évolution, il est vrai, ne comporte pas forcément une solution purement mécaniste, et il ne manqua jamais de transformistes vitalistes ou en partie créationnistes. Mais le transformisme classique, tel qu'il est enseigné, et tel qu'il est défini par Haeckel, « la création expliquée par des causes naturelles » est essentiellement une doctrine mécaniste qui prétend faire sortir le monde vivant du jeu de forces aveugles, non dirigées, l'ordre que l'on trouve dans la nature étant le résultat secondaire de l'élimination des non-aptes.

Si le transformisme mécaniste est vrai, les êtres vivants doivent présenter dans leur distribution systématique, dans leur anatomie, dans leur développement embryologique et paléontologique des caractères très particuliers et bien différents de ceux qu'ils offriraient s'ils avaient une autre origine. Or, les faits rapportés dans cet ouvrage ne sont pas favorables au transformisme. Il importe de les résumer rapidement.

Darwin a cru qu'il pourrait expliquer la formation du monde vivant s'il expliquait celle des espèces. Il a donc porté ses recherches personnelles sur celles-ci, sur leurs variations, sur la difficulté de les limiter d'une manière précise, sur leur distribution géographique. Préoccupé avant tout des caractères spécifiques, il a négligé l'organisation, n'a pas su voir, sous la variation des espèces, la

permanence de la structure obligeant à reconnaître la réalité des types, et il a cru que les classifications, le plus souvent arbitraires et artificielles, exprimaient seulement les différences extrêmes atteintes par les descendants de quelques lignées initiales après une très longue évolution.

Mais il n'y a pas que des espèces, distinguées les unes des autres par des caractères superficiels. Ces espèces ont en même temps une organisation qui leur est commune avec un plus ou moins grand nombre d'autres et qui force à les ranger en catégories parfaitement limitées et bien distinctes, hiérarchisées selon le degré de généralisation que leur organisation présente. Les trois premières catégories (embranchement, classe, ordre) correspondent à des idées générales, et ne peuvent s'observer comme telles; il n'y a pas dans la nature d'embranchements, d'ordres ou de classes, en dehors des espèces qui en portent le caractère. Mais cela ne veut pas dire que ces catégories soient arbitraires ou artificielles; on ne saurait en effet nier la légitimité des concepts de triangle ou de cercle, bien qu'on ne puisse tracer que des triangles et des cercles particuliers.

La distribution systématique des êtres vivants ne s'accorde pas du tout avec le transformisme. Il n'y a pas d'abord, comme le voudrait celui-ci, des espèces quelconques, peu distinctes les unes des autres, mais des espèces de tel ou tel ordre, de telle ou telle classe, et appartenant à des types formels bien distincts. Les caractères d'ordre et de classe n'apparaissent pas, comme ils le devraient d'après le transformisme, après une longue évolution. Ils existent d'emblée, en même temps que les caractères de l'espèce. Toute espèce porte avec elle dès son apparition, comme le disait L. Agassiz, les caractères de toutes les catégories de la systématique. Elle représente à la fois un embranchement, une classe, un ordre, une famille, un genre et une espèce.

Le monde vivant n'est donc pas tant formé d'espèces que de types d'organisation différents, dont les plus généraux ont une existence qui remonte très haut dans a série des temps, dont les plus restreints ont une durée beaucoup moins longue. Ces derniers fleurissent seulement dans certaines périodes géologiques, où ils sont en rapport avec le degré de l'évolution générale, et les types formels qui les représentent se remplacent dans le rôle auquel ils sont adaptés, des espèces de mammifères, par exemple, occupant à l'époque actuelle les places et les fonctions confiées autrefois à des espèces de reptiles. On ne peut expliquer la formation des types d'organisation, très durables, très généraux, par la variation de caractères spécifiques d'une durée restreinte et très particuliers. Le moins ne peut expliquer le plus, ce qui est capable de donner une diversification incroyable de formes secondaires ne l'est pas de donner des combinaisons organiques nouvelles, beaucoup moins sensibles que les combinaisons spécifiques à l'action des facteurs de toutes sortes.

Darwin a donc méconnu un caractère essentiel de la systématique, il s'est mépris sur les relations et sur la valeur des groupes. De même les rapports morphologiques entre les types ont été envisagés par ses successeurs d'une manière très superficielle; les transitions ont été établies sans tenir compte de la véritable valeur et du fonctionnement des parties comparées.

Pour relier reptiles et mammifères on s'est basé en grande partie sur la ceinture pectorale des monotrèmes, qui rappelle un peu celle des reptiles. Mais cette ressemblance, examinée de près, s'évanouit et laisse voir à sa place des différences profondes. En effet cette ceinture ne fait pas partie du squelette thoracique, en dehors duquel elle est placée, contrairement à la ceinture des sauropsidés; elle n'est pas en rapport avec le cœur, elle ne fournit pas d'insertions aux muscles sterno-hyoïdiens comme elle le fait chez les reptiles, enfin sa structure et

la présence de pièces ventrales comparées au coracoïde s'expliquent très bien par son rôle vis-à-vis du membre antérieur. En un mot la ressemblance est purement apparente, le caractère mammalien des monotrèmes s'exprime non seulement dans leur ceinture pectorale mais dans toute la structure et l'histologie de ces animaux dont le sang, comme la peau, les poils et les os, ont tout à fait les caractères, si particuliers, des mammifères.

La même erreur a été commise dans l'appréciation des caractères des membres. Darwin parle de membres quelconques pouvant remplir n'importe quelle fonction! C'est montrer à quel point ces parties capitales de l'organisation des vertébrés ont été négligées. Les membres forment, avec les ceintures, des appareils locomoteurs ayant dans chaque type une fonction bien déterminée qui ne peut pas passer insensiblement à une autre parce qu'il n'y a pas d'intermédiaire possible entre leurs deux mécanismes. Ainsi, dans n'importe quelle classe des vertébrés quadrupèdes, lorsque se forme un type volant, l'articulation de l'épaule qui est, jusque-là, placée ventralement, au-dessous du centre de gravité, doit remonter dorsalement au-dessus de celui-ci pour assurer pendant le vol la stabilité de l'animal, qui, sans cela, serait exposé à des retournements continuels. Il est bien évident que cette situation nouvelle de l'épaule ne peut être atteinte graduellement, elle doit avoir d'emblée la position qui convient, et c'est en effet ce que l'on voit toujours et partout.

De même dans les mammifères pisciformes dont le moteur principal est la queue à battements de haut en bas, il faut absolument que cette queue ait une force et un diamètre assez considérables, qu'elle continue directement le tronc, que le périnée, rejeté sur la face ventrale, devienne horizontal au lieu d'être vertical ou oblique comme chez tous les autres mammifères, et c'est bien ainsi que sont disposées les choses, aussi bien chez les

siréniens appartenant au type ongulé que chez les cétacés qui sont du type carnivore.

Lorsque se constitue le type oiseau, il faut une bipédie parfaite pour que les ailes n'aient pas à toucher le sol, et pour cela un bassin extraordinairement développé par rapport au tronc dont il absorbe la plus grande partie; il faut en même temps, pour combiner la rigidité du tronc nécessaire dans le vol avec les mouvements respiratoires indispensables, des circuits bronchiques et des sacs aériens absolument inconnus jusqu'alors, et ce ne sont pas là les seules corrélations indispensables à la genèse de l'oiseau.

Ces quelques exemples, qu'il serait facile de multiplier, montrent clairement que classes et ordres n'ont jamais pu prendre naissance par changements graduels à partir de formes véritablement généralisées, dont la paléontologie n'a du reste jamais démontré l'existence.

En embryologie, mêmes vues superficielles, condensées dans la fameuse loi biogénétique prétendant qu'un embryon répète dans son développement les formes successives qui ont précédé son espèce. C'est une pure métaphore basée sur une connaissance par trop sommaire de la constitution des embryons, et lorsqu'on énonce cet aphorisme célèbre on n'est guère plus précis que ne l'était Harvey écrivant que chaque animal, dans son développement, est tour à tour « œuf, ver, fœtus ». Il faut en effet distinguer dans l'embryon deux choses : les ébauches qui sont communes à tout le groupe auquel il appartient, puis les organes et les formes qui succèdent à ces ébauches. Or les premières ne permettent pas de classer un être, car elles sont de simples parties embryonnaires, sortes de bourgeons ou de centres formatifs, bien différents de ce qui va leur succéder. Ce sont des ébauches d'arcs branchiaux, des ébauches de squelette, des ébauches de muscles, etc. Ce sont des parties simples ou générales qui vont, après s'être développées, donner des parties

spéciales. Par conséquent, comme le disait von Baer, jamais un embryon ne ressemble à un animal inférieur achevé, mais à son embryon. Un embryon humain pourvu d'arcs viscéraux ne ressemble pas à un poisson pourvu de branchies, mais à l'embryon de celui-ci, au moment où il n'est pourvu lui-même que de ces ébauches de branchies formées par ses arcs viscéraux, et ainsi de suite.

Toutes les comparaisons faites à propos de la loi biogénétique sont aussi peu justifiées; ce ne sont pas des êtres que l'on compare entre eux, mais l'idée schématique et incomplète que l'on s'en fait. Parce que les branchies sont très caractéristiques des poissons, on compare à ceux-ci l'embryon humain pourvu d'arcs viscéraux. Mais ceux-ci ne sont pas des branchies, et ne feront du reste jamais la moindre tentative pour le devenir; d'autre part l'embryon humain, comme celui de tous les amniotes, se distingue d'un poisson par toute sa constitution, je veux dire par ses rapports avec le reste de l'œuf, par ses annexes, par le développement même de ses parties comme la tête, etc., etc. Lorsqu'on compare le cœur d'un embryon humain à ventricules non encore séparés à celui d'un reptile, ce n'est pas une comparaison morphologique, car les deux cœurs ne se ressemblent point réellement et celui des reptiles donne naissance à une crosse aortique qui manque à l'autre; *seule l'idée de l'indivision du ventricule* soutient le rapprochement, et celui-ci est condamné par tout le reste, par toute la structure du reptile opposée à celle du mammifère.

Qu'est-ce donc que de telles comparaisons sinon de pures métaphores? On ne peut se baser sur elles pour établir un lien direct entre les êtres comparés.

Quant à la succession des formes, elle est encore plus inacceptable; le premier phénomène apparaissant après le stade où l'embryon est constitué seulement par des ébauches, c'est la réalisation de la forme spécifique,

obtenue par l'accroissement différent des diverses parties et qui s'impose avec des caractères si nets et si précis qu'il est aussi impossible de la méconnaître que de la faire procéder d'autres formes.

En un mot la loi biogénétique exprime simplement cette loi de tout développement, que tout va du simple au compliqué, du général au particulier. Elle n'est vraie que dans ce sens, et c'est à cause de ce caractère général du développement qu'elle peut être constamment rappelée avec quelque apparence de raison. Dès qu'elle veut exprimer des relations plus étroites et plus précises, entre formes déterminées, elle n'a plus aucune réalité et ne répond à rien d'exact.

C'est aussi en l'envisageant d'une manière trop vague et trop générale, que l'on a pu voir dans le développement paléontologique une preuve en faveur de Darwin.

Comme les vertébrés manquent dans les premières couches fossilifères, et qu'ils apparaissent successivement dans l'ordre même de leur complication, on a conclu immédiatement en faveur du transformisme. Mais les choses sont loin d'être aussi simples, comme l'a fait remarquer, en 1894, le grand paléontologiste Zittel. En réalité l'évolution paléontologique ne se présente point du tout comme elle devrait le faire si elle s'effectuait suivant les principes du transformisme. Au lieu d'arbres généalogiques dont les branches formées successivement seraient toujours faciles à relier au tronc, on ne trouve que des graphiques en forme de buissons dont tous les rameaux, mal liés ou pas du tout liés à leur base, sont tous terminaux, tandis que la source des nouveaux buissons doit être cherchée dans des formes nouvelles, cachées à la base des précédents, et dont les liens avec eux sont très énigmatiques! Et dans les quelques cas où un tronc plus ou moins élevé a été représenté comme la souche d'un groupe, il a été facile de montrer qu'il ne répondait à rien autre qu'au concept gé-

néral de ce groupe lui-même, car il ne renfermait aucune espèce connue.

Mais alors comment tant de paléontologistes sont-ils si fermement attachés au transformisme? Le malentendu est facile à expliquer. Au prix de pénibles recherches ces savants sont arrivés à reconstituer l'histoire du développement d'un certain nombre de famille d'invertébrés, ou de vertébrés. Ils étendent ces résultats à l'ensemble, mais ils oublient que, s'ils ont pu suivre la diversification de groupes limités, ils n'ont point répondu à l'énigme posée par la genèse des types d'organisation.

Nous pouvons donc dire de la paléontologie ce que nous avons dit des autres disciplines biologiques à propos du transformisme. Elle montre des relations certaines entre espèces voisines, elle aide, avec la zoologie, à reconstituer l'évolution de rameaux phylétiques courts et bien limités. Elle ne nous donne rien pour l'origine des classes et des ordres. Par conséquent elle ne prouve point du tout le transformisme, ou ses preuves se bornent au transformisme extrêmement limité qui se passe à l'intérieur des types formels et n'a rien à faire avec la phylo genèse générale.

La conclusion est la même si l'on considère les facteurs du transformisme et leur rôle réel à côté de celui que leur ont attribué les transformistes des différentes écoles. La sélection naturelle peut bien faire disparaître les individus mal venus, inadaptés et mauvais reproducteurs; elle est incapable de faire apparaître de nouvelles formes. L'action des milieux, si incontestable qu'elle soit, borne son rôle à des changements de faciès qui peuvent faire des espèces nouvelles mais pas des types nouveaux. D'ailleurs sélection et action des milieux exigeraient pour agir efficacement une transmission des caractères acquis qui est bien loin d'être certaine. Et l'expérience faite depuis Darwin par les éleveurs, aussi bien que l'observation plus attentive des faits d'hérédité chez l'homme

montrent que la constitution de formes nouvelles persistantes n'est pas aussi facile qu'on avait pu le penser. En somme, comme l'a bien remarqué Grasset, dans son dernier ouvrage inachevé (1), bien des prétendues preuves du transformisme ne sont que des généralisations hâtives et injustifiées de certaines observations de portée beaucoup plus limitée. Sans doute les espèces varient, mais elles ne donnent pas cependant constamment des variétés nouvelles. Il y a des espèces fixées, c'est-à-dire qui n'ont pas changé, biologiquement, depuis des milliers de siècles, comme l'homme, le chien, le cheval et tant des êtres qui nous entourent.

C'est par ces généralisations hâtives, par ces analyses incomplètes et superficielles que le transformisme a pu se développer et prendre peu à peu dans la pensée contemporaine la place qu'il occupe.

Une doctrine aussi répandue doit cependant avoir quelques raisons en sa faveur. Sans prétendre les reprendre toutes ici, on peut les réduire aux deux principales suivantes : la première, c'est qu'elle tranche la grande question de l'origine du monde vivant et de l'homme, d'une manière très simple, à la portée de toutes les intelligences, et suivant la doctrine mécaniste si en faveur de nos jours. Par là elle vient à l'appui d'idées philosophiques dont les partisans lui ont, en retour, apporté leur concours le plus absolu.

La seconde tient à la confusion entre le transformisme et l'évolution. Celle-ci a l'avantage de matérialiser, pour ainsi dire, les rapports réciproques et les affinités des êtres, leurs ressemblances et leurs différences, les degrés de leur complication. Sans doute tout cela s'explique aussi bien par une liaison purement idéale, par le développement d'un plan de création, mais il est certain que l'habitude d'envisager les êtres sous l'aspect généalo-

(1) Grasset (J.), *le Dogme transformiste*. Paris, 1918, p. 135-140.

gique, auquel nous a accoutumés le transformisme, a beaucoup contribué à préciser ces relations et à leur donner une valeur objective qui séduit l'esprit.

C'est là évidemment la raison principale du succès du transformisme. Ce devrait être en réalité simplement un motif d'admirer la morphologie contemporaine qui a permis de mieux comprendre et d'approfondir ces rapports, car ceux-ci sont absolument indépendants de l'explication proposée et gardent la même valeur quelle que soit cette dernière. Mais une confusion s'est faite et il a paru à beaucoup d'esprits que nous devions au transformisme ce que nous devons simplement à la manière dont le monde vivant est constitué et à la morphologie qui nous l'a fait connaître.

Le monde vivant se développe conformément à un petit nombre de plans, suivant un déroulement, qui s'opère toujours rationnellement dans les grandes lignes, ne laissant au hasard que les innombrables accidents. Lorsque apparaît une classe de vertébrés par exemple, elle n'est pas représentée par quelques espèces seulement, de structure générale et indéterminée, mais par des formes appartenant à des ordres divers, déjà adaptés largement à leur genre de vie, et possédant, dès le début, leur constitution essentielle. D'ailleurs celle-ci ne peut pas être obtenue autrement et par gradation. La *préadaptation*, que Cuénot admettait d'abord pour des types peu étendus, répondant à peu près aux types formels, existe aussi bien pour les ordres et pour les classes. Tous les types sont formés par préadaptation, d'un seul coup, rationnellement, comme ils doivent l'être étant données les lois de l'organisation. Le monde vivant est intelligible et il se réalise d'une manière intelligible.

Nous comprenons bien maintenant l'illusion qui a présidé au transformisme : la manière la plus commode de représenter le monde vivant est de faire un graphique reliant les formes entre elles, à la manière d'un tableau

généalogique. On a cru pouvoir expliquer les relations de tous ces rameaux par une descendance résultant d'une évolution purement matérielle. De nombreuses raisons montrent que cette évolution ne saurait s'être produite sous l'influence de semblables facteurs, et que, pour le plus grand nombre des types, elle est purement idéale. C'est idéalement que les êtres se relient entre eux. C'est parce qu'ils sont construits suivant des plans distincts : embranchements et classes qui comportent un certain nombre de modalités réalisées d'emblée, comme les ordres, représentés eux-mêmes par des types formels, immédiats eux aussi, réels et agissants, et sources d'innombrables variétés, que le transformisme a pu se développer, se modelant sur ces plans antérieurement établis, car on sait qu'il s'est contenté de remplacer par un lien de sang, imaginaire, les lignes idéales qui réunissaient les anciens groupes. Il ne faut donc pas s'étonner que le transformisme paraisse répondre aux exigences de la morphologie et de la systématique, comme le disait encore Cuénot il y a peu d'années (1). Mais s'il répond aux exigences de la science, en tant que mode de représentation des rapports des êtres, cela ne veut pas dire qu'il y réponde en tant qu'explication de leur genèse.

L'explication qu'il apporte est, en effet, insuffisante et nous avons vu, dans différents domaines de la biologie, combien le transformisme était loin de satisfaire aux exigences posées par les divers problèmes avec toute la rigueur qui convient. C'est une théorie séduisante à première vue mais qui ne supporte pas l'examen, et la meilleure preuve ce sont les aveux que nous avons rapportés.

Le monde vivant est ordonné, hiérarchisé, bâti sur

(1) Cuénot (L.), *la Genèse des espèces animales,* 2e édit., Paris, 1921, p. 16.

un certain nombre de plans, modifiés d'une manière parfaitement intelligible. Il n'a pas toujours été tel qu'il est et n'a pas toujours comporté toutes les catégories systématiques qui l'occupent aujourd'hui. Il a donc présenté une évolution ou une série de changements successifs. Mais loin d'être pour chaque groupe le simple résultat de changements opérés sous l'action des milieux, de la lutte et du temps, et pour l'ensemble, la somme de ces évolutions partielles, cette évolution est au contraire, à chaque époque, transcendante à ces faits particuliers qu'elle dépasse et qu'elle arrange dans un ensemble cohérent, conforme sous ses divers aspects aux nécessités générales, toujours les mêmes, d'un monde vivant complet.

Comment cette évolution s'est-elle opérée? Nous avons vu qu'elle n'est ni régulière ni continue, que les groupes actuels ne sont pas les rameaux plus jeunes de branches plus anciennes. Faut-il imaginer qu'il y eut à différentes époques création de toutes pièces des formes nouvelles? Nous n'en savons rien.

Voudrait-on que la création des vivants ait été faite en une seule fois, les sources de toutes les formes ayant apparu au même moment, sous des aspects qui nous sont inconnus, et s'étant différenciées par la suite? Il est impossible de le dire, mais ce qui est bien certain c'est que cette différenciation ne s'est pas faite conformément au transformisme classique, que tout ce développement au lieu d'être le résultat de forces aveugles et du hasard témoigne au contraire d'une activité intelligente utilisant de la manière la plus rationnelle les choses existantes pour construire le monde à partir d'un petit nombre de plans initiaux.

Et dans ce cas on peut se demander pourquoi certains auteurs qui adoptent plus ou moins explicitement ce point de vue se croient obligés d'adhérer encore au transformisme. Que lui demandent-ils donc qu'il pourrait

seul leur donner? Est-ce son pouvoir formateur ou mieux diversificateur des espèces? Mais cela ne résout pas les problèmes phylogénétiques, et alors pour ceux-là ils font intervenir une direction quelconque, un élan donné. En quoi diffèrent-ils par là des négateurs du transformisme? Car enfin, comme le disait Darwin lui-même, bien qu'il n'ait jamais prétendu avoir démontré le transformisme total et qu'il ait toujours réclamé quelques formes initiales données, « je ne donnerais rien de ma théorie, s'il lui fallait des additions miraculeuses à n'importe quel degré de la descendance (1) ».

Du moment qu'il est accepté par les transformistes eux-mêmes que le transformisme ne vaut pas pour tout, pourquoi ne pas accepter franchement sa défaite et chercher autre chose?

Je me suis aperçu depuis longtemps des confusions auxquelles donne lieu la théorie transformiste et j'ai essayé d'en dégager les raisons. Dès 1908 (2), j'ai fait remarquer le caractère métaphorique de la loi biogénétique et les erreurs d'interprétation qui se cachent sous ce titre prestigieux. En 1911 (3), je signalai la différence qui existe entre l'évolution réelle des êtres, et celle que l'on aurait dû observer si le transformisme était vrai. En 1924 (4), je montrai l'impossibilité des passages graduels entre les différentes formes de l'appareil locomoteur des quadrupèdes; la nécessité de la simultanéité absolue des corrélations pour donner des êtres viables; les erreurs de certaines reconstitutions paléontologiques résultant de l'ignorance du mode de fonctionnement des membres; l'impuissance du transformisme classique à

(1) *Vie et Correspondance de Ch. Darwin*, t. II, p. 44.

(2) Vialleton (L.), *Un Problème de l'évolution, passim* et conclusions, p. 230-232.

(3) Vialleton (L.), *Éléments de morphologie des Vertébrés, passim* et conclusions, p. 764-766.

(4) Vialleton (L.), *Membres et ceintures*, p. 350-430, 517-536, 582-697.

résoudre les questions soulevées par la genèse de ces derniers; la confusion faite entre l'évolution historique de l'humanité et l'évolution biologique; l'opposition très nette qui existe entre le transformisme et les grandes mutations; le caractère antitransformiste de l'affirmation de Cuénot, qu'« il n'y a pas de lien causal entre l'adaptation suffisante à un milieu et les conditions de ce milieu ».

A la réunion de la Société de philosophie de la Nature j'insistai encore sur la nécessité de dissiper les équivoques et de fixer ce qu'il fallait entendre par le mot transformisme. La belle préface que, sous le titre modeste d'avertissement, Rémy Collin a mise en tête de nos travaux, dégage les confusions auxquelles se prête le mot transformisme, reconnaît que « certaines des preuves classiques de l'évolution, ou bien sont vaines ou bien appellent des réserves » et que « la théorie de l'évolution... ne devient rationnelle qu'à partir du moment où elle superpose une interprétation finaliste à l'explication mécaniste courante (1) ».

Enfin Cuénot a exposé récemment sur ce sujet des vues qui se rapprochent beaucoup des nôtres (2). « La grande objection au monisme c'est que l'ensemble de la vie est si particulier qu'il est séparé du non vivant par un fossé infranchissable; ce ne sont pas les matériaux qui diffèrent, mais la façon dont ils sont organisés *et comme dirigés* ». « La vie est transcendante à la matière inerte. Et si elle en dérive en tant que substratum matériel, elle n'en peut provenir en tant que vie; *elle est elle-même un principe* différent de la matière » (p. 178-179).

(1) *Cahiers de philosophie de la Nature.* « Le Transformisme », par divers auteurs. Vrin, édit., Paris, 1927. Avertissement, par R. Collin.

(2) Cuénot (L.), *Les deux conceptions moniste et dualiste de la vie. Scientia*, vol. XLIV, septembre 1928. Les mots en italiques ne le sont pas dans l'original.

En résumé soixante-dix ans après le livre retentissant de Darwin, les recherches et les réflexions qu'il a suscitées, bien loin de confirmer les espoirs du maître et de combler les lacunes de sa doctrine, n'ont fait que montrer l'irrecevabilité des preuves dont celle-ci s'était contentée tout d'abord et son impuissance à expliquer à l'aide des seules forces naturelles la formation du monde vivant; l'illusion transformiste est mise en pleine lumière.

FIN

TABLES ANALYTIQUES

NOMS D'AUTEURS

MATIÈRES (1)

(1) Les noms en italiques sont des noms de genres ou d'espèces.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE V

L'UNITÉ DE DÉVELOPPEMENT

CHAPITRE VI

LA SYSTÉMATIQUE ET LE TRANSFORMISME

CHAPITRE VII

LA PALÉONTOLOGIE, LA BIOGÉOGRAPHIE ET LE TRANSFORMISME

CHAPITRE VIII

REMARQUES SUR LES FACTEURS DU TRANSFORMISME

CHAPITRE IX

LA PLACE DE L'HOMME DANS LA NATURE

CHAPITRE X

LA VIE ET LES ÊTRES VIVANTS

CHAPITRE XI

ÉVOLUTION ET TRANSFORMISME

CHAPITRE XII

PARIS. — TYPOGRAPHIE PLON, 8, RUE GARANCIÈRE. — 1930. 39185.